



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕР-
СИТЕТ
«ХАРЬКОВСЬКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

**«СВАРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
И ИХ ПРОИЗВОДСТВО»
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

для студентов специальности «132. Материаловедение»
по специализации «132-04. Сваривание, сопутствующие процессы и техноло-
гии» дневной и заочной формы обучения

Харьков
2016 г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСЬКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

**«СВАРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
И ИХ ПРОИЗВОДСТВО»
Лабораторный практикум**

для студентов специальности «132. Материаловедение»
по специализации «132-04. Сваривание, сопутствующие процессы и
технологии» дневной и заочной формы обучения

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета
протокол № 3 от 22.12.16 г.

Харьков
НТУ «ХПИ»
2016

УДК 621.791(07)

ББК 30.61я7

М 30

Рецензенты:

В.В. Дмитрик д-р. техн. наук, проф., зав. каф. сваривание НТУ «ХПИ»;

Е.С. Дерябкина, канд. техн. наук, доц. каф. интегрированных технологий в машиностроении и сварочном производстве УИПА.

Викладаються короткі теоретичні відомості та вказівки для виконання лабораторних робіт з виробництва зварних конструкцій, які дозволяють розв'язати ряд практичних задач по проектуванню та виробництву конструкцій, що зварюються.

Для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності «132. Матеріалознавство» за спеціалізацією «132-04. Зварювання та споріднені процеси і технології».

Маршуба В.П.

М 30 «Сварные конструкции и их производство» Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособ. / В.П. Маршуба, В.П. Гордиенко. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2016. – 151 с. – На рус. яз.

ISBN

Излагаются краткие теоретические сведения и указания для выполнения лабораторных работ по производству сварных конструкций, которые позволяют решить ряд практических задач по проектированию и производству конструкций свариваются.

Для студентов дневной и заочной формы обучения специальности «132. Материаловедение» по специализации «132-04. Сваривание, сопутствующие процессы и технологии» дневной и заочной формы обучения.

Ил. 69. Табл. 68. Библиогр. 41 наим.

УДК 621.791(07)

ББК 30.61я7

© В.П. Маршуба,

В.П. Гордиенко, 2016.

ISBN

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
Введение	8
Общие указания	8
Соблюдение правил техники безопасности	9
Лабораторная работа №1. Универсально-сборочные приспособления в сварочном производстве	10
1. Подготовка к лабораторной работе	10
1.1. Цель работы	10
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	10
1.3. Используемая литература	10
1.4. Методические указания	11
1.5. Оборудование, приборы и материалы	16
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	16
2. Проведение лабораторной работы	16
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	16
2.2. Обработка результатов экспериментов	17
3. Выводы	17
4. Оформление отчета	18
Лабораторная работа №2. Разработка карты раскроя проката	19
1. Подготовка к лабораторной работе	19
1.1. Цель работы	19
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	19
1.3. Используемая литература	19
1.4. Методические указания	20
1.4.1. Простые схемы разрезки листа	20
1.4.2. Варьирование размеров карты	21
1.4.3. Применение компьютерной графики	22
1.4.4. Не гильотинный раскрой листа	25
1.5. Оборудование, приборы и материалы	28
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	28
2. Проведение лабораторной работы	29
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	29
2.2. Обработка результатов экспериментов	30
3. Выводы	30
4. Оформление отчета	30
Лабораторная работа №3. Определение затрат материалов и электроэнергии для резания-сваривания	31

1. Подготовка к лабораторной работе	31
1.1. Цель работы	31
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	31
1.3. Используемая литература	31
1.4. Методические указания	32
1.4.1. Влияние силы сварочного тока, напряжения дуги и скорости сварки	32
1.5. Оборудование, приборы и материалы	33
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	33
2. Проведение лабораторной работы	34
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	34
2.2. Обработка результатов экспериментов	35
3. Выводы	37
4. Оформление отчета	37

Лабораторная работа №4. Разработка технологичного процесса сборки и сварки сварных конструкций

1. Подготовка к лабораторной работе	38
1.1. Цель работы	38
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	38
1.3. Используемая литература	39
1.4. Методические указания	40
1.4.1. Термины и определения основных понятий	40
1.5. Оборудование, приборы и материалы	41
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	41
2. Проведение лабораторной работы	42
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	42
2.2. Обработка результатов экспериментов	42
3. Выводы	42
4. Оформление отчета	42

Лабораторная работа №5. Схемы базирования, оформление карт эскизов и установочные элементы приспособлений для сборки под сварку

1. Подготовка к лабораторной работе	43
1.1. Цель работы	43
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	43
1.3. Используемая литература	44
1.4. Методические указания	44
1.4.1. Термины и определения основных понятий	44
1.4.2. Опорные элементы	46
1.4.3. Способы базирования деталей с главной базой, имеющей фору плоскости	48

1.4.4. Способы базирования деталей с главной базой, имеющей форму наружной цилиндрической поверхности	51
1.4.5. Призмы опорные	52
1.4.6. Способы базирования деталей по шаблонам	57
1.4.7. Правила базирования деталей и изделий группой баз ...	57
1.5. Оборудование, приборы и материалы	58
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	58
2. Проведение лабораторной работы	59
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	59
2.2. Обработка результатов экспериментов	59
3. Выводы	59
4. Оформление отчета	59

Лабораторная работа №6. Расчет режимов сваривания на операции технологического процесса

1. Подготовка к лабораторной работе	61
1.1. Цель работы	61
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	61
1.3. Используемая литература	62
1.4. Методические указания	62
1.4.1. Общие положения	62
1.4.2. Расчет режимов ручной дуговой сварки	63
1.4.3. Расчет режимов сварки в среде углекислого газа швов стыковых соединений	66
1.4.4. Расчет режима сварки в среде углекислого газа угловых швов сварных соединений	68
1.4.5. Расчет режима механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки под слоем флюса ..	70
1.4.5.1. Расчет режима сварки швов стыковых соединений	71
1.4.5.2. Расчет режима сварки угловых швов сварных соединений	72
1.5. Оборудование, приборы и материалы	74
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	74
2. Проведение лабораторной работы	74
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	74
2.2. Обработка результатов экспериментов	75
3. Выводы	75
4. Оформление отчета	75

Лабораторная работа №7. Расчет норм времени на операции технологического процесса

1. Подготовка к лабораторной работе	76
---	----

1.1. Цель работы	76
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	76
1.3. Используемая литература	77
1.4. Методические указания	77
1.4.1. Термины и определения основных понятий	77
1.4.2. Техническое нормирование газовой резки черных металлов	78
1.4.3. Техническое нормирование газовой сварки	81
1.4.4. Расчет нормы времени на сварку изделий из листового и профильного проката	83
1.4.5. Расчет нормы времени на сварку на сварку труб и прутков	85
1.4.6. Техническое нормирование аргонодуговой сварки .	87
1.5. Оборудование, приборы и материалы	89
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	89
2. Проведение лабораторной работы	89
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	89
2.2. Обработка результатов экспериментов	90
3. Выводы	90
4. Оформление отчета	90

Лабораторная работа №8. Устранение коробления двутавровой балки местным нагревом

1. Подготовка к лабораторной работе	91
1.1. Цель работы	91
1.2. Задание на подготовку у лабораторной работе	91
1.3. Используемая литература	91
1.4. Методические указания	92
1.4.1. Общие сведения	92
1.4.1. Основные мероприятия по уменьшению деформаций и напряжений при сварке	93
1.5. Оборудование, приборы и материалы	97
1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента	98
2. Проведение лабораторной работы	98
2.1. Порядок проведения лабораторной работы	98
2.2. Обработка результатов экспериментов	100
3. Выводы	100
4. Оформление отчета	100

Приложение

Приложение А	102
А.1. Структура технологического процесса	102
А.2. Виды технологических документов	102

А.3. Обозначения технологических документов	103
А.4. Основная надпись технологических документов	105
А.5. Документы общего назначения	106
А.6. Оформление маршрутной карты	108
А.7. Правила оформления операционной карты	117
А.8. Оформление типовых блоков режимов	119
А.9. Слесарные. Слесарно-сборочные работы	124
А.10. Пайка и лужение	126
А.11. Сварка	131
А.12. Ковка и горячая штамповка	136
А.13. Литье	140
Приложение Б	145
Приложение В	147
Приложение Г	150

ВВЕДЕНИЕ

Качество подготовки будущих инженеров и повышение их уровня подготовки связано с изучением современных производственных технологий, знакомством с условиями надежности сварных конструкций, основного технологического оборудования, а также с самостоятельным изучением отдельных вопросов дисциплины в рамках лабораторных работ.

Производство сварных конструкций в настоящее время являются все объемлющим фактором современной промышленности, так как все больше конструкций машин, зданий сооружений и т.д. изготавливается при помощи сварки и резки различных материалов. Изучение современных методов и способов создания новых конструкций и ремонт старых изделий при помощи сварки необходимо будущим инженерам как процесс целенаправленной и сознательной профессиональной деятельности. Процесс достижения необходимого уровня профессиональной подготовки носит индивидуализированный характер, соответствующий развитию компетентностной составляющей, связанной с формированием профессиональных знаний, умений, владений и личностных характеристик.

Цель данных методических указаний – помочь студентам правильно организовать свою самостоятельную работу (подготовку, оформление и защиту лабораторной работы) в рамках дисциплины «Сварочные конструкции и их производство».

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Лабораторные работы по курсу «Сварочные конструкции и их производство» имеют целью систематизацию и углубление полученного теоретического материала курса. А также приобретение практических навыков в проведении экспериментальных исследований по изготовлению сварочных конструкций, обеспечению их высокого качества и технико-экономических показателей технологии изготовления.

Каждая лабораторная работа содержит методические указания к изучению теоретических положений, а также вопросы для самопроверки, необходимые для понимания существа эксперимента. Приведены необходимые материалы и оборудование, даны указания по порядку проведения эксперимента, обработке его результатов и составлению отчета.

Перед выполнением лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал, подготавливает таблицы для записи данных и результатов исследований. На одной лабораторной установке одновременно работает бригада из трех-пяти человек. До начала лабораторной работы преподаватель проверяет знания студентов, проводит инструктаж по технике безопасности, формирует бригады студентов по тематике выполняемых работ. После выполнения задания по лабораторной работе студент обрабатывает и анализирует полученные данные, оформляет письменный отчет по работе. Отчет должен быть подписан студентом.

Все записи в отчете должны быть выполнены чернилами аккуратно и технически грамотно. Эскизы следует выполнять в соответствии с требованиями ЕСЭД, используя чертежные инструменты.

Оформленный отчет должен быть представлен на подпись преподавателю и защищен после выполнения лабораторной работы. Он должен быть оформлен на специальных бланках протокола или в ученической тетради с указанием университета, кафедры, номера и наименования лабораторной работы, фамилии и номера группы студента, даты выполнения работы.

СОБЛЮДЕНИЕ ПРАВИЛ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Технику безопасности при проведении лабораторных работ в данном помещении изучают на первом занятии по специальной инструкции, а затем каждый студент расписывается в контрольном журнале.

Перед началом каждой лабораторной работы преподаватель и заведующий лабораторией инструктируют студентов по технике безопасности на рабочем месте, обращают внимание на места повышенной опасности и травматизма.

При выполнении лабораторных работ необходимо дополнительно учесть следующие требования техники безопасности:

- *Перед включением установок необходимо осмотреть наличие и целостность заземления;*
- *Все электрические схемы собираются при выключенном сетевом рубильнике;*
- *Включает рубильник заведующий лабораторией после проверки преподавателем собранной схемы;*
- *Студентам запрещается открывать распределительные шкафы, разбирать и ремонтировать электроустановки и приборы;*
- *Обо всех неисправностях необходимо сообщить преподавателю или заведующему лаборатории;*
- *При выполнении работ по сварке и очистке сварных швов необходимо использовать индивидуальные средства защиты;*

При перерывах в работе и после ее окончания все оборудование должно быть обесточено. Студент должен разобрать схемы, положить на место приборы, инструмент и навести порядок на рабочем месте.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Универсально-сборочные приспособления в сварочном производстве

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Изучить устройство, назначение, правила конструирования и технико-экономические преимущества универсальных сборочно-сварочных приспособлений (УСПС) для сварки. Собрать из элементов УСПС приспособление для сборки конкретного сварного узла и определить критический размер партии, когда становится эффективным применение УСПС.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо выполнить следующие действия:

- изучить методические указания и рекомендуемую литературу по данной работе;
- ознакомиться с конструкцией задаваемого сварного узла и техническими требованиями, предъявляемыми к его сборке;
- ответить на вопросы для самопроверки.

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен предварительно самостоятельно изучить и **з н а т ь** :

- правила базирования деталей в сборочно-сварочных приспособлениях;
- методику и критерии выбора группы сложности УСПС;
- краткую характеристику и конструктивные особенности элементов УСПС, возможности компоновки из них сборочно-сварочных приспособлений;
- достоинства и области применения УСПС.

При выполнении данной работы студент должен **у м е т ь** :

- произвести выбор базовых деталей и разработать схему сборки деталей сварного узла (по указанию преподавателя);
- собрать приспособление из деталей УСПС для сборки заданного сварного узла, прохронометрировать время сборки приспособления;
- произвести сборку сварного узла в приспособлении и прохронометрировать сборку, определить точность сборки узла.

1.3. Используемая литература

1. Куркин С.А. Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. – 344 с.

2. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас. Учеб. пособие. / С.А.Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.

1.4. Методические указания

Применение универсальных сборочных приспособлений (УСПС) в условиях единичного и мелкосерийного производства помогают повысить производительность труда и улучшить качество сборки изделий под сварку (рис. 1). Позволяет это выполнить УСПС собираемых из нормализованных и стандартных элементов.

Необходимо знать, что достоинством универсальных сборочных приспособлений (УСПС) по сравнению с другими видами оснастки является то, что сборку приспособлений производят из отдельных нормализованных и стандартных элементов комплекта без дополнительной механической обработки. Высокая износостойкость и прочность элементов комплектов УСПС обеспечивает достаточно долгий срок эксплуатации в течении 12...15 лет [1].

Комплект УСПС (рис. 1) позволяет собирать разнообразные специальные приспособления для сборки и сваривания определенной партии узлов, которые после окончания изготовления данной партии изделий могут быть разобраны, и их элементы использованы для компоновок новых приспособлений. Продолжительность процессов сборки и разборки УСПС колеблется от 1 до 14 часов в зависимости от сложности конструкции свариваемого изделия.

Условия многократности использования элементов УСПС определяют особые требования к их конструкции и изготовлению. Они должны быть полностью взаимозаменяемыми, высокоточными, так как конечная точность собранного приспособления из элементов УСПС и жесткость не должны уступать специальному сборочному приспособлению того же назначения.

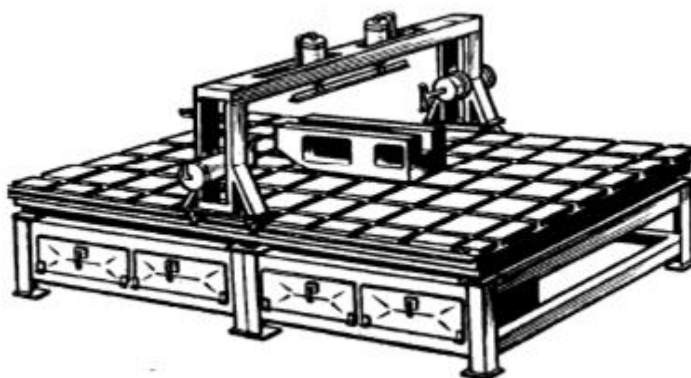


Рисунок 1. - Универсальное сборочное приспособление для сварки (УСПС).

Применение универсально-сборочных приспособлений для сборочно-сварочных работ в единичном и мелкосерийном производстве позволяет:

- сократить сроки технологической подготовки производства новых изделий в 20 раз;
- повысить оснащенность сборочно-сварочных работ до уровня серийного производства;
- повысить производительность труда при сборке на 40...50%;
- значительно повысить качество изделий;
- сократить объем разметочных работ.

Следует знать, что в зависимости от габаритов собираемых изделий и

жесткости комплекты элементов УСПС выпускают с пазами 8, 12, 16 мм [2]. По назначению детали и узлы комплектов УСПС (рис. 1) разделяют на следующие группы:

- **Базовые детали** (рис. 2, а): базовые плиты, балки, базовые кольца и их секции, полосы и угольники, являющиеся основаниями, на которых размещаются все остальные элементы композиции;

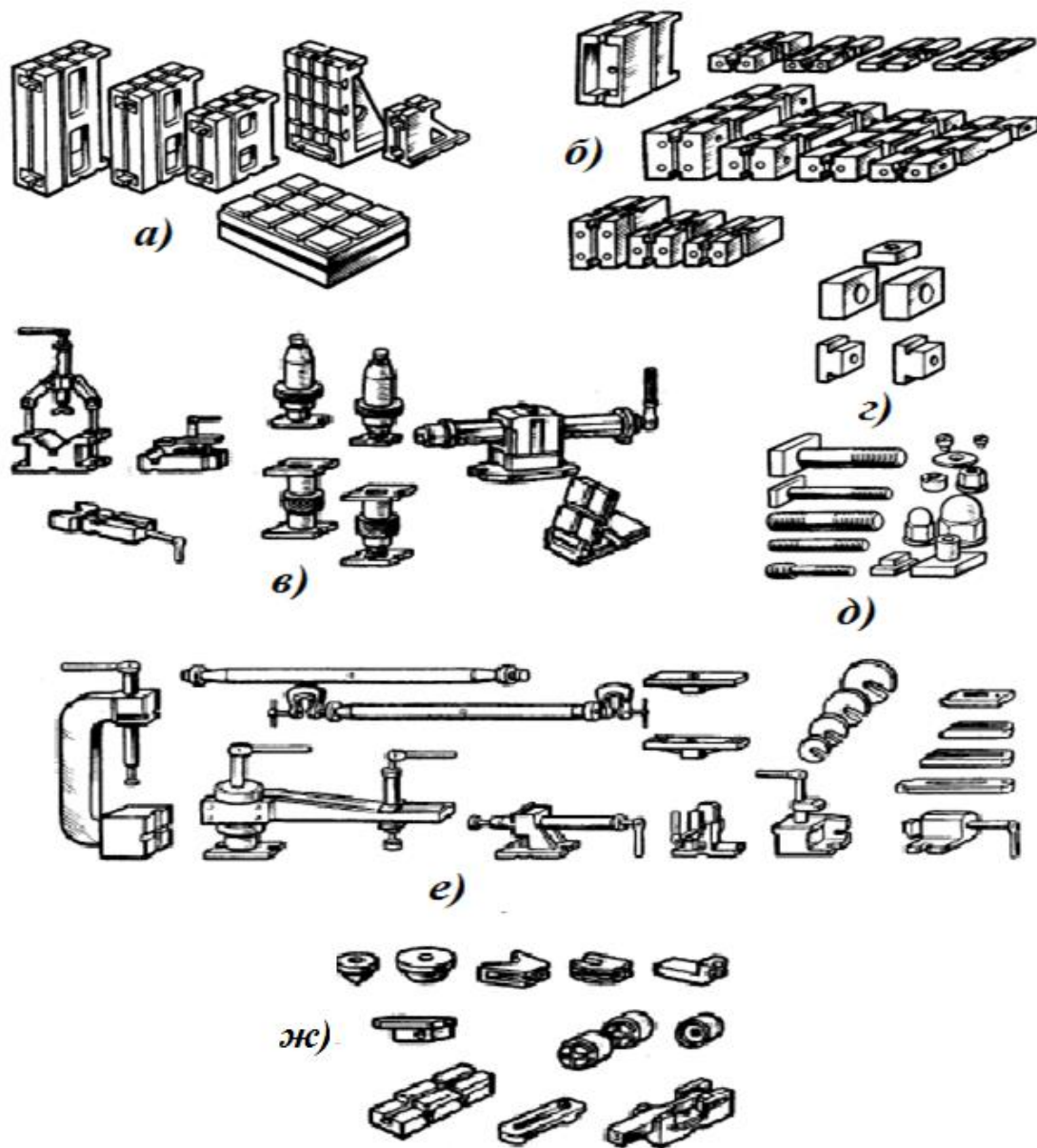


Рисунок 2. – Детали комплекта УСПС: а) базовые детали; б) корпусные детали; в, ж) фиксирующие элементы; г) установочные элементы; д) крепежные детали; е) прижимы.

- **Корпусные детали** (рис. 2, б): подкладки и опоры с крестообразными пазами для установки и закрепления деталей между собой, на базовых деталях и регулировки расположения фиксаторов, которые составляют каркас приспособления;

- **Фиксирующие элементы** (рис. 2, в, ж): призмы, центры, домкраты, синусные и поворотные опоры, регулирующие упоры и др., а также (рис. 2, е) прижимы, струбины, распорки, стяжки, планки для закрепления деталей;

- **Установочные детали** (рис. 2, *з*): прямоугольные и переходные шпонки;
- **Крепежные детали** (рис. 2, *д*): болты, шпильки, шайбы, гайки и др.
- **Прижимы** (рис. 2, *е*): струбцины, распорки, стяжки, быстросменные шайбы и др.;

Пример сборки деталей на СРПС представлен на рис. 3. *а-д*. На рисунке показаны:

- **изделие** - рама (рис. 3, *а*);
- **схема базирования** деталей при сборке рамы (рис. 3, *б*);
- **детали СРПС**, используемые для сборки (рис. 3, *з*), плиты (рис. 3, *д*) и компоновка СРПС при сборке рамы (рис. 3, *в*).

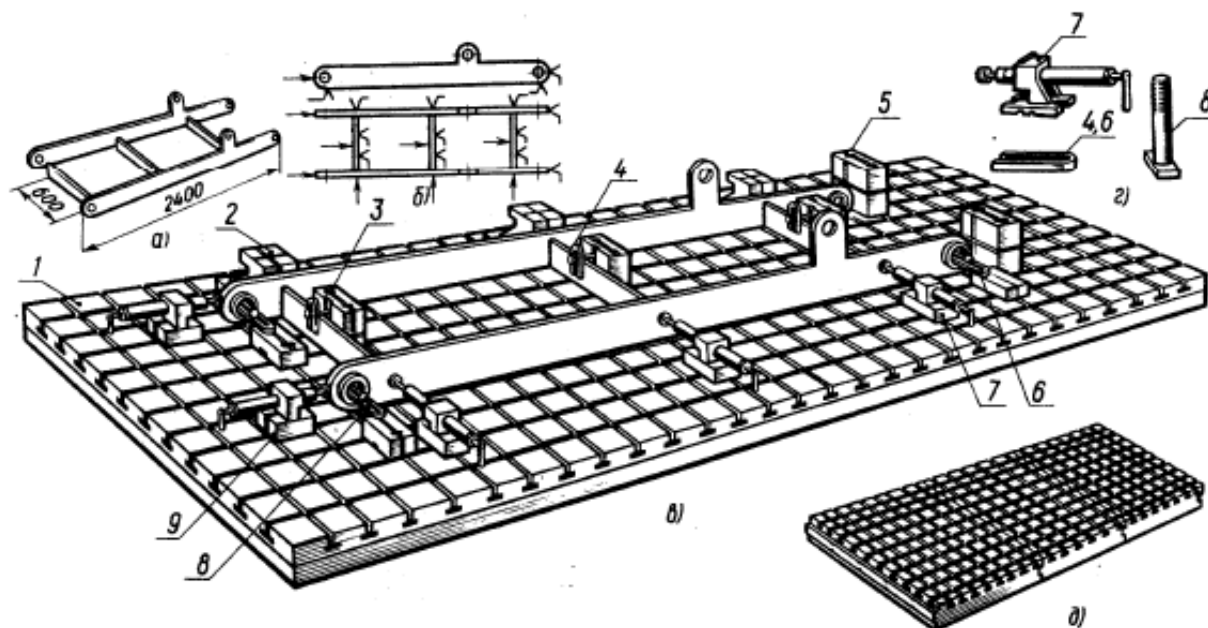


Рисунок 3. – Компоновка СРПС: *а*) изделие; *б*) схема базирования; *в*) приспособление с изделием; *г*) детали СРПС; *д*, 1) опорная плита; 2) базовые неподвижные элементы; 3) болт, 4) прихват; 5, 9) корпусные детали; 4, 6) прижим; 7) подвижный упор; 8) болт крепежный.

Другим примером универсального приспособления является конструкция продольных балок ступеней (рис. 4, *в*), которая обеспечивает надежное быстросменное крепление и универсальность узлов (рис. 4, *б*, *в*) при минимальном числе их типоразмеров и возможность осуществления различных вариантов их компоновок. Колонны таких приспособлений (рис. 4, *г*) и крепление к ним продольных балок также могут быть нормализованы.

Универсально-сборная оснастка применима для сборки различных по сложности сборочно-сварных единиц (узлов) разных конструктивных и размерных групп (рис. 5). Группы сложности компоновок в зависимости от сложности сварной конструкции приведены в табл. 1.

Процесс создания приспособления из элементов УСПС объединяет два процесса, выполняемых одновременно одним человеком: конструирование (продумывание взаимного расположения элементов) и непосредственная сбор-

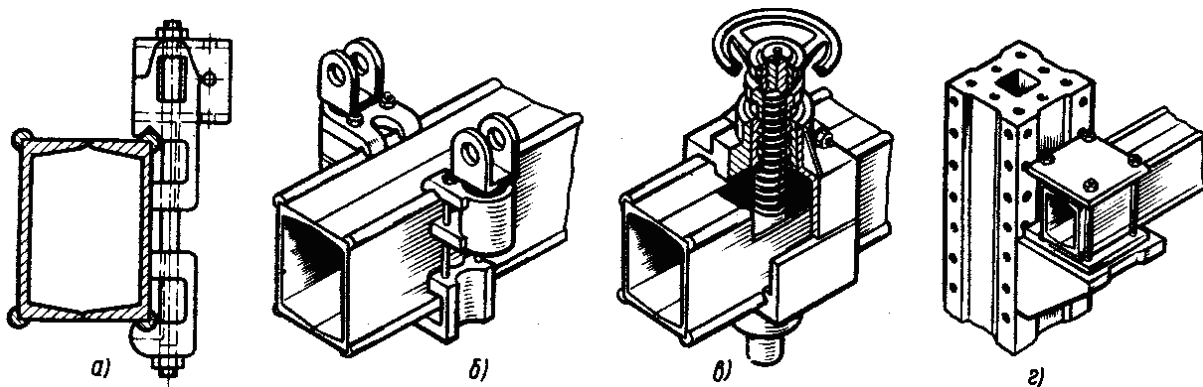


Рисунок 4. – Узлы сборочной оснастки в самолетостроении: а) схема крепления узла на балке ступеля; б) крепление вертикальных вилок; в) выдвижной винтовой фиксатор; г) крепление продольной балки на вертикальной колонне.

ка (фиксация, выверка взаимного расположения элементов и прочное скрепление между собой при помощи шпонок и крепежных деталей). При этом отпадает необходимость в разработке чертежей приспособления.

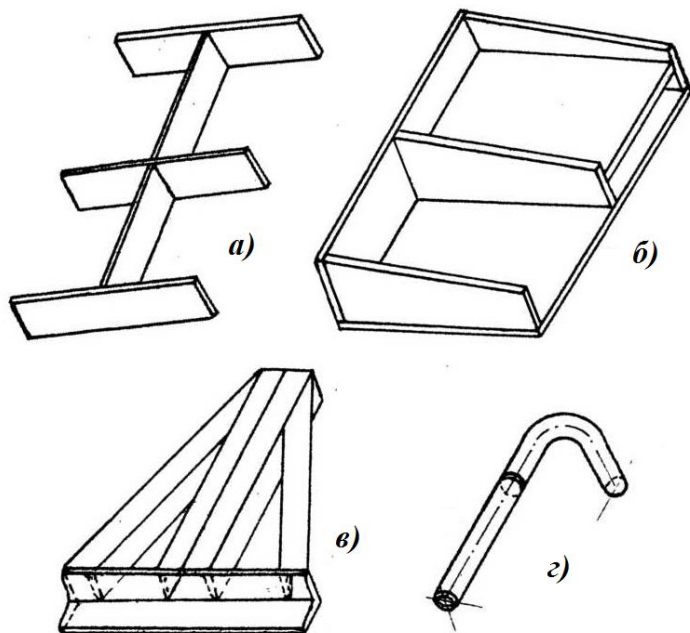


Рисунок 5. – Примеры сваренных узлов, собираемых при помощи приспособлений УСПС: а) рамка; б) кожух; в) стойка; г) труба с коленом.

Общую стоимость отдельной компоновки УСПС ($C_{успс}$) определяют по формуле:

$$C_{успс} = C_0 + C \cdot t,$$

где, C_0 - стоимость сборки-разборки компоновки, гр.;

C - стоимость проката компоновки в течение дня, гр.;

t - число дней эксплуатации одной компоновки УСПС.

Следует учитывать единые нормы времени на сборку-разборку и прокат компоновок УСПС, которые легли в основу прейскуранта (табл. 2), разработанные на заводе УСП и ТО.

Целесообразность использования УСПС определяют по следующему уравнению:

$$T_{шт} - T_{шт}^{успс} + a \cdot n \geq C_{успс}$$

Таблица 1. - Группа сложности УСПС.

Количество деталей со- бираемых на УСПС	Количество основных элементов, входящих в компоновку УСПС													
	до 5	5-16		16-35			36-60			Свыше 60				
	Количество выверяемых и рассчитываемых размеров, шт													
	до 3	до 3	4 и бо- лее	до 3	4-7	4 и бо- лее	до 5	6-8	9-12	12	6-8	9-12	13-16	16
2	I	II												
3-5	I	II	III											
6-10			III	III	IV	IV	IV	V						
11-15				III	IV	IV	IV	V	V					
16-20					IV	IV	IV	V	V	V	V	VI	VI	
свыше 20							IV	V	V	V	VI	VI	VI	VI

где, $T_{шт}$ - штучное время на сборку по разметке, в мин;

$T_{шт}^{УСПС}$ - штучное время на сборку узла в приспособление из элементов УСПС, в мин;

a - тарифная ставка слесаря-сборщика, в гр./час;

n - одновременно запускаемая в производство партия изделий, в шт.

Таблица 2. - Стоимость сборки и проката УСПС.

Группа сложности и компоновки	Стоимость, гр.	
	Сборки-разборки компоновок УСПС	Проката компоновок УСПС в течении одного дня
I	1,8	0,04
II	3,5	0,10
III	8,2	0,19
IV	17,0	0,29
V	35,0	0,75

Отсюда критический размер партии, когда становится эффективным применение УСПС:

$$n_{кр} \geq \frac{C_{успс}}{T_{шт} - T_{шт}^{УСПС} \cdot a}.$$

Эффективность применения УСПС взамен сборки по разметке находится в прямой зависимости от количества собираемых узлов в партии.

Применение приспособлений УСПС должно обеспечивать следующие основные требования:

- качество сборки сварных узлов;
- повышение производительности труда;
- снижение себестоимости производства деталей.

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- комплект УСПС;
- чертежи сварных узлов и комплект деталей, входящих в них;
- каталог деталей и сборочных единиц УСПС;
- пост ручной дуговой сварки;
- комплект деталей сварных узлов;
- электроды типа Э-42 диаметром 3 мм;
- амперметр;
- вольтметр;
- слесарный инструмент.

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Назначение и классификация приспособлений в сварочном производстве.
2. Состав основных деталей и узлов комплектов УСПС.
3. Характеристика основных деталей и узлов комплектов УСПС.
4. Определите, какие детали УСПС относятся к корпусным деталям?
5. Определите, какие детали УСПС относятся к базовым деталям?
6. Определите, какие детали УСПС относятся к крепежным деталям?
7. Достоинства и области целесообразного применения УСПС.
8. Методика и критерии определения группы сложности УСПС.
9. Направления совершенствования УСПС.
10. Характеристика базовых деталей УСПС.
11. Основные требования к базовым деталям УСПС.
12. Разновидности и характеристика фиксирующих и установочных деталей УСПС, требования к ним.

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с конструкцией сварного узла и требованиями на его изготовление (по указанию преподавателя).
2. Составить краткий технологический процесс сборки изделия (последовательность) по разметке и в УСПС.
3. Выбрать установочные и измерительные базы приспособления. Назначить точность размеров приспособления.
4. Изучить конструктивные особенности деталей и сборочных единиц комплекта УСПС.
5. Определить группу сложности приспособления для сборки заданного узла из элементов УСПС.
6. Собрать приспособление из элементов УСПС. Произвести хрономет-

раж сборки приспособления.

7. Произвести сборку сварного узла в приспособлении УСПС.

8. Произвести сборку заданного узла по разметке, прохронометрировать сборку.

2.2. Обработка результатов эксперимента

Сравнить полученные данные по трудоемкости сборки приспособления УСПС со среднестатистическими нормами времени на сборку других компонентов приспособлений (табл. 3).

Таблица 3. - Среднестатистические нормы времени на сборку компонентов УСПС.

Разряд слесаря	Норма времени, час/шт., в зависимости от группы сложности УСПС					
	I	II	III	IV	V	Средняя 2,63
1	0,12	0,27	0,50	1,00	2,00	0,38
2	0,90	1,80	4,20	—	—	3,70
3	0,85	1,70	3,70	7,50	—	3,40
4	0,75	1,50	3,40	6,80	15,0	3,11
5	0,70	1,30	3,00	6,0	13,2	2,68
6	0,60	1,20	2,60	2,30	11,5	2,20

Примечания. I. Для слесарей I-го разряда приведены нормы на разработку, протирку, смазку и раскладку элементов УСПС.

2. В таблице выделены нормы наилучшего соответствия сложности компонентов УСПС и разрядов слесарей-сборщиков.

Сравнить полученные размеры собранного в приспособлении УСПС узла с заданными по чертежу.

На основании анализа результатов разработать предложения по повышению точности сборки сварной конструкции и снижению норм времени на сборку приспособления из элементов УСПС.

Рассчитать критический размер партии изделий, при котором обеспечивается эффективность применения УСПС.

3. Выводы

Оценили эффективность созданной компоновки сварочного приспособления собранного из стандартных элементов УСПС для сборки и сварки заданной сварной конструкции узла. Рассчитан критический размер количества партии сварочных узлов, когда становится эффективным применение универсального сварочного приспособления (УСПС). Определены возможности, достоинства и области целесообразного применения УСПС в сварочном производстве при производстве различных узлов.

4. Оформление отчета

В отчете отразить:

- Тему лабораторной работы и ее цель;
- выполнить эскиз сварного узла заданного преподавателем с простановкой базовых (исполнительных) размеров;
- выполнить эскиз собранного приспособления из элементов УСПС для сборки узла;
- указать последовательность сборки деталей узла в приспособлении;
- определить назначение основных деталей и сборочных единиц элементов УСПС, использованных в данном приспособлении;
- определить соответствие полученной точности сварного узла, по сравнению с заданной чертежом, и нормы времени на сборку компоновки приспособления из элементов УСПС среднестатистическим данным;
- сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Разработка карты раскроя проката

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Ознакомление с технологическими возможностями разработки карт раскроя листового проката и выбора оптимального расположения заготовок на листе. Рассчитать коэффициент использования листового материала.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо выполнить следующие действия:

- изучить методические указания и рекомендуемую литературу по данной работе;
- ознакомиться с оборудованием и приборами;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить таблицы для записи данных и результатов работы.

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- методику и формулы для расчета оптимального раскроя проката;
- влияние параметров раскроя проката, на размеры карт;
- основное программное обеспечение и конструктивные возможности персональных компьютеров по оптимальному раскрою листа проката;

у м е т ь :

- выбрать метод раскроя проката с оптимизацией расхода материала;
- анализировать и систематизировать литературные и экспериментальные данные по оптимальному расходу проката при изготовлении деталей из листового материала;
- разработать мероприятия по экономии листового проката при оптимизации карты раскроя материала.

1.3. Используемая литература

1. Кривов Г.О., Виробництво зварних конструкцій: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г.О. Кривов, К.О. Зворкін – К. : КПІ, 2012, - 896 с.

2. Андреев С.Б. и др. Основы сварки судовых конструкций: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. / С.Б. Андреев, В.С. Головченко, В.Д. Горбач, В.Л. Руссо; под общ. ред. В.Л. Руссо. - СПб. : Судостроение, 2006. - 552 с.

3. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас. Учеб. пособие. / С.А.Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.

1.4. Методические указания

1.4.1. Простые схемы разрезки листа

В условиях серийного листоштамповочного производства часто применяют **прямоугольные заготовки**, называемые **картами**. В отличие от полос и лент они, как правило, являются **штучными заготовками**, при этом оба размера карты ***a***, ***b*** существенно меньше размеров листа ***A***, ***B***. Необходимость применения таких заготовок связана со спецификой вырубки деталей в штампах упрощенной конструкции, используемых в мелкосерийном производстве, а также поэлементной вырубки в универсальных штампах. В крупносерийном и массовом производствах вырубку осуществляют из полосы или ленты в специальных штампах, штучные заготовки - карты применяют лишь для деталей больших размеров и массы.

Раскрой листа на одинаковые карты обычно выполняют в два этапа: сначала лист разрезают на полосы, а затем полосы - на карты. Используемое оборудование - гильотинные ножницы (реже - дисковые) - имеет весьма существенную особенность: линии реза проходят по прямой, от одного до другого края разделяемого материала. Названные виды ножниц не допускают непосредственно отрезки карт от листа, которая по этой причине, практикуется редко и требует более дорогостоящего оборудования.

Проектирование раскроя начинают с наиболее простых в реализации вариантов, в соответствии с которыми лист разрезают на полосы одинаковой ширины, равной одному из размеров карты - ***a*** или ***b***. Выполнению операции резки на гильотинных ножницах предшествует установка упора на расстояние от линии реза, равное ширине полосы. Перед резкой полос на карты упор переустанавливают на размер карты, отличный от ширины полосы [1].

Формирование вариантов осуществляют на множестве имеющихся типоразмеров листов. Также варьируют ориентацией полос вдоль или поперек листа, оценивая варианты по **коэффициенту раскроя K_p** , равному отношению суммарной площади заготовок, получаемых из листа, к площади самого листа. В данном случае:

$$K_p = \frac{N_K ab}{AB}, \quad (1)$$

где, N_K - число карт, получаемых при полной разрезке одного листа.

Рассмотрим конкретный пример с размерами карты и листа в мм: $a = 300$, $b = 188$, $A = 2500$, $B = 1250$. Рассчитаем N_K по формуле:

$$N_K = \max \left\{ \frac{A \div a)(B \div b)}{(A \div b)(B \div a)} \right\}, \quad (2)$$

в которой символ \div означает деление нацело с отбрасыванием дробной части частного.

В данном примере $A \div a = 8$, $B \div b = 6$, $A \div b = 13$, $B \div a = 4$. Максимальное из двух возможных значение $N_K = 13 \times 4 = 52$. Соответствующий план раскроя предусматривает отрезку от листа 13 полос шириной 188 мм и длиной 1250 мм.

Затем из каждой полосы получают по четыре карты, в результате коэффициент раскроя составляет 0,94.

Если допустить разрезку листа на полосы разной ширины - a и b , потребуется больше манипуляций с упором, однако область поиска оптимального плана раскроя намного возрастает. При тех же исходных данных, что и в рассмотренном выше примере, отрезка от листа одной полосы 300x2500 мм и пяти полос 188x2500 мм дает в итоге 53 карты.

У современных моделей гильотинных ножниц вся настройка осуществляется с пульта управления. По сравнению с ручной установкой упоров подготовительно-заключительное время операции сокращается многократно, и разрезка листа на полосы различной ширины не представляет проблемы. Операция может выполняться по программе с автоматической переустановкой упоров.

1.4.2. Варьирование размеров карты

Улучшение раскроя также возможно варьированием размеров карты, для чего описывают контур детали прямоугольниками с различными углами ориентации φ , рис. 1.

В данном примере ограничились построением четырех прямоугольников, поочередно выбирая отрезки, образующие контур детали в качестве базы. Если выразить площадь прямоугольной заготовки в функции φ , то при таком построении получаем ее локальные минимумы. Впрочем, заготовка наименьшей площади не всегда оказывается выгоднее других: имеет значение также соотношение ее размеров. Поэтому возможен и другой принцип формирования вариантов, когда один размер карты a задают из условия кратности $A \div a$ или $B \div a$, подбирая второй размер b и угол φ в соответствии с контуром детали.

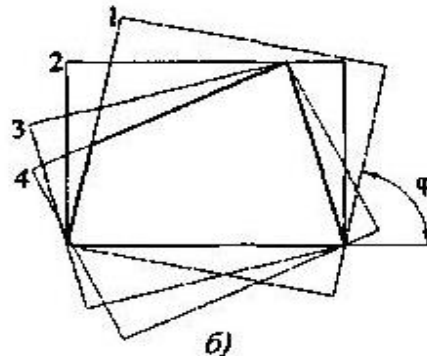
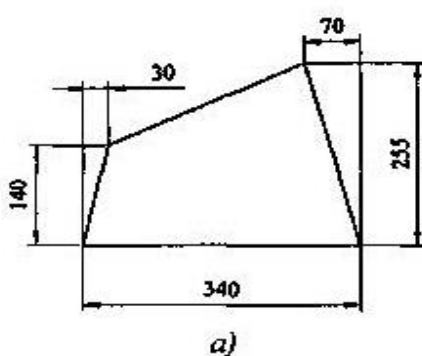


Рисунок 1. - Пример детали (а) и различных заготовок (б).

Среди построенных вариантов карт могут оказаться заведомо неприемлемые, что обнаруживается выполнением условия:

$$\begin{aligned} a_i > a_k \text{ и } b_i > b_k \\ \text{или} \\ a_i > b_k \text{ и } b_i > a_k \end{aligned} \quad (3)$$

означающего, что k -ю карту можно целиком разместить в пределах i -й, при этом последняя исключается из списка возможных заготовок.

Размеры заготовок, пронумерованных на рис. 1, б:

№	$a \times b$
1.....	333 × 255;
2.....	340 × 255;
3.....	328 × 265;
4.....	354 × 261.

Заготовки № 1 и 4 отсеиваются согласно условию (3) при сравнении соответственно с № 3 и 2. Оставшиеся заготовки поочередно размещают в области листа $A \times B$, рассматривая два возможных варианта ориентации основания прямоугольника - вдоль и поперек листа. Размеры листа также варьируют согласно имеющемуся перечню. Критерием сравнения служит не коэффициент раскроя (поскольку сравниваемые варианты могут относиться к заготовкам различной площади), а норма расхода материала на одну деталь. В единицах площади ее рассчитывают как:

$$H_p = \frac{AB}{N_d}, \quad (4)$$

где, N_d - число деталей, получаемых из одного листа.

Поскольку карта является штучной заготовкой, $N_k = N_d$.

Подставляя в формулу (2) приведенные выше размеры карт, получаем для двух типоразмеров листов следующие результаты:

№ варианта	Карта $a \times b$	Лист $A \times B$	N_k	H_p , см ²
1.	340×255	1000×2000	15	1333
2.	340×255	1250×2500	28	1116
3.	328×265	1000×2000	21	952
4.	328×265	1250×2500	28	1116

Рассчитанные значения N_k и H_p , относящиеся к раскрою листа на одинаковые полосы, могут быть улучшены в результате отрезки полос различной ширины, равной a или b . Наилучший результат достигается отрезкой от листа 1250×2500 мм трех полос 328×2500 мм и одной полосы 265×2500 мм, содержащих 34 карты 328×265 мм, норма расхода материала $H_p = 919 \text{ см}^2$.

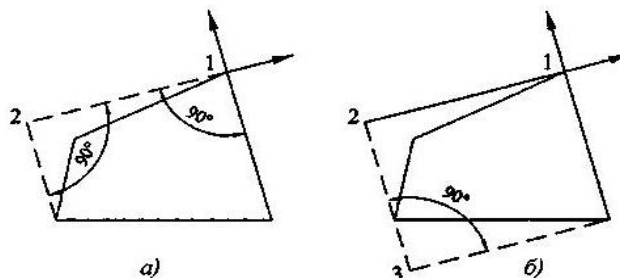
1.4.3. Применение компьютерной графики

Стандартные средства компьютерного черчения [2] позволяют проектировать планы раскроя с минимальными затратами времени. При построении прямоугольников, показанных на рис. 1, б, можно обойтись без ввода числовых данных с клавиатуры. Поочередно привязывают систему координат к каждой из наклонных сторон контура детали, что позволяет использовать режим отслеживания прямых углов и объектных привязок (выравнивания). При этом команда ввода отрезка прямой предлагает фантом очередной вершины ортогональной ломаной, изображая пунктирные линии, как показано на рис. 2. Для ввода вершины достаточно нажать клавишу мыши.

Проверку условий (3) осуществляют визуально, для чего накладывают изображения прямоугольников друг на друга, предварительно придав им оди-

наковую угловую ориентацию. Поворот прямоугольника, показанного на рис. 2, команда Rotate выполняет согласно так называемой ссылке (Reference): на запрос базового угла указывают точки одной из сторон, **например**: 1 и 2, **новый угол задают числом** (в данном случае 0 или 180° для придания отрезку 1-2 горизонтального положения).

Рисунок 2. - Ввод вершин 2,3 прямоугольника в режим выравнивания.



Построение базового плана рассмотрим на следующем примере. Вводим массив прямоугольников с размерами 340 (по горизонтали) на 255. Числа строк массива (10) и столбцов (8) задаем такими, чтобы его ширина и высота превосходили наибольший размер листа (2500). Расстояние между строками и столбцами равны соответственно 255 и 340.

Заготавливаем изображения листа в горизонтальном и вертикальном положениях и копируем в них фрагменты массива прямоугольников. Размеры копируемого фрагмента задаем окном с привязкой его первой точки к нижнему левому углу массива, вторую точку вводим относительными координатами, равными размерам листа, **например**: @2500, 1250 или @1250, 2500. Первый набор координат предназначен для вставки копии в горизонтальное изображение листа, второй - в вертикальное. Получаем две схемы раскроя листов, содержащие 28 и 27 карт 340x255 мм.

На рис. 3, а эти схемы совмещены, предварительно схема с вертикально изображенным листом повернута на 90° . Такой прием позволяет визуально оценить возможность улучшения базовых вариантов раскроя.

В данном примере полосы 340x2500 и 255x2500 мм можно отрезать в комбинации 2/2 или 1/3. Предпочтительна первая комбинация, содержащая 32 карты. Продольные полосы на схеме (рис. 3, а) проходят не по всей длине листа и привязаны к разным базам - так они выглядят после копирования фрагментов массива прямоугольников. Эти недостатки устраняют после выбора оптимальной комбинации полос.

Аналогичным образом выбирают комбинацию поперечных полос различной ширины. Как показано на рис. 4, а, имеются две равноценные комбинации полос шириной 340 и 255 мм в соотношении 5/3 и 2/7, содержащие по 29 карт, одна из них показана на рис. 4, б.

Основное время операции разрезки листа в значительной степени затрачивается на перемещения разрезаемого материала по столу ножниц, которые выполняют вручную. Перемещение происходит в направлении ножей, за которыми располагается задний упор; отрезаемая полоса или карта падает на пол или в тару. Перед отрезкой последней полосы или карты материал необходимо

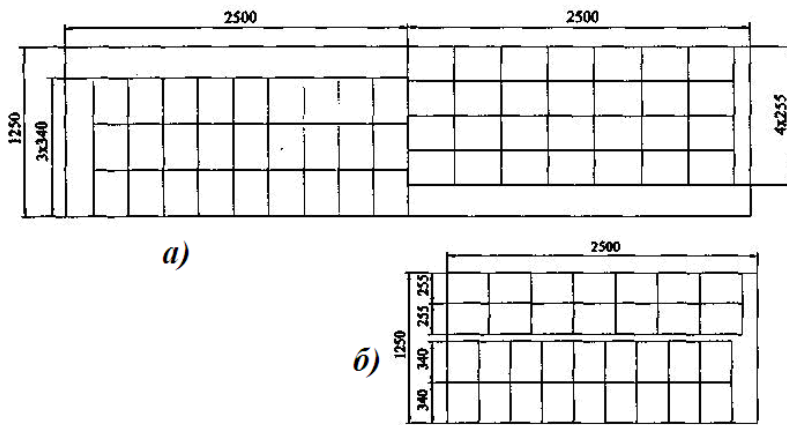


Рисунок 3. - Выбор оптимальной комбинации продольных полос: базовые схемы (а), окончательный результат (б).

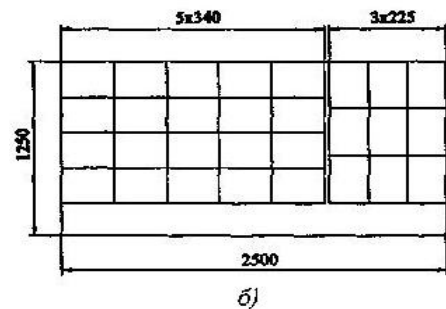
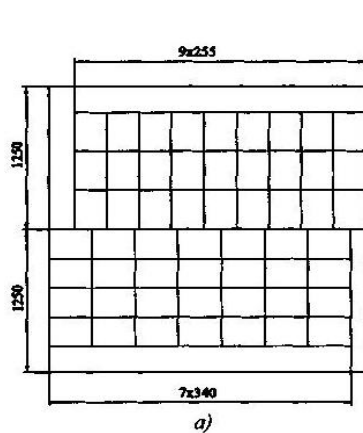


Рисунок 4. - Выбор оптимальной комбинации поперечных полос: а) базовая схема; б) окончательный результат.

удерживать от падения, так как его большая часть оказывается в пространстве за ножами. Вместо этого иногда применяют передний упор, расположенный на столе. При работе с передним упором в пространстве за ножами оказывается остаток материала меньшего размера, чем та часть, что находится на столе.

В соответствии со схемой, показанной на рис. 4, б, при отрезке от листа последней полосы номинальная ширина остатка материала составляет всего 35 мм, в таком случае материал поворачивают на 180° и устанавливают передний упор на расстоянии от ножей, равном ширине полосы. Если вместо этого переустановить задний упор на расстояние 35 мм от ножей, ширина последней полосы будет отличаться от заданной, поскольку фактические размеры листа всегда превышают номинальные.

Форма листа также отличается от идеальной: его меньшие стороны не вполне перпендикулярны по отношению к большим, поэтому раскрой начинают с отрезки весьма узкой полоски материала, устраняя так называемую "косину" базовой кромки.

В промежутке между отрезками полос лист не только перемещают вперед или назад, но также могут поворачивать на 90° , чередуя отрезку полос различной длины, ориентированных вдоль или поперек направления прокатки. Дополнительные трудозатраты оправдываются получением большего числа карт из листа.

Рассмотрение всех возможных вариантов последовательности отрезки от листа поперечных и продольных полос позволяет найти максимальное число

карт, которое можно получить при разрезке листа на гильотинных (или дисковых) ножницах.

Содержание операции раскроя листа по данному плану:

- отрезка одной поперечной полосы $L = 1000$ мм (пять карт);
- поворот материала на 90° ;
- отрезка двух полос $L = 1700$ мм (по девять карт);
- поворот материала на 90° ;
- отрезка пяти полос $L = 400$ мм (по две карты);
- поворот материала на 90° ;
- отрезка одной полосы $L = 200$ мм (одна карта).

Общее число полос - 9; карт - 34; поворотов листа - 3.

Ширина всех полос - 300 мм, последняя из них при длине 200 мм и ширине 300 мм формально также является продольной полосой, так как ее длина ориентирована вдоль большего исходного размера листа и, соответственно, вдоль направления прокатки.

Полученное число карт не изменится, если исходить из отрезки полос шириной не 300, а 188 мм. Оптимальный план раскроя находят аналогичным способом, содержание операции при этом следующее:

- отрезка одной поперечной полосы $L = 1000$ мм (три карты);
- поворот материала на 90° ;
- отрезка двух полос $L = 1812$ мм (по шесть карт);
- поворот материала на 90° ;
- отрезка восьми полос $L = 624$ мм (по две карты);
- поворот материала на 90° ;
- отрезка трех полос $L = 308$ мм (по одной карте).

Общее число полос - 14; карт - 34; поворотов листа - 3.

Увеличение числа полос в данном варианте раскроя по сравнению с предыдущим означает также увеличение трудоемкости операции разрезки листа на полосы (14 ходов ножниц против 9). Что касается последующей разрезки полос на карты, то число ходов ножниц равно количеству карт, если не разрезать по несколько полос одновременно.

В данном примере оптимального плана число поворотов материала сравнительно велико, обычно оно составляет не более двух. Чем больше размеры карты, тем меньше времени затрачивается на решение задачи и больше ожидаемый эффект. Вероятность улучшения базового плана раскроя с низким значением K_p достаточно высока.

Например: из листа 2000×1000 мм можно получить в оптимальном варианте 17 карт 380×260 мм с одним поворотом между отрезкой одной продольной полосы и пяти поперечных. Если раскраивать лист только на продольные или поперечные полосы, число карт составит соответственно 14 и 15.

1.4.4. Не гильотинный раскрой листа

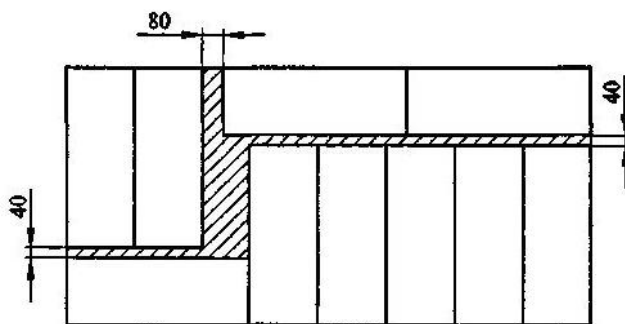
Резка на гильотинных ножницах - наиболее распространенном виде оборудования для прямоугольного раскроя листов - не всегда обеспечивает полу-

чение максимального числа карт ввиду того, что разделение материала происходит по прямой сквозной линии. Данное ограничение вступает в противоречие с некоторыми планами из числа оптимальных.

Так, план (рис. 10) содержит 10 карт - на одну больше, чем при гильотинном раскрое. Для его реализации необходимо, прежде всего, выполнить разделение материала по линии, состоящей из двух отрезков прямых, что исключает применение гильотинных или дисковых ножниц. Разделение происходит в заштрихованной на рис. 10 области отхода. Ее ширина (80 и 40 мм) позволяет применить термическую резку (в том числе лазерную) либо механическую - на вибрационных ножницах. После разделения листа на две любые части, их дальнейший раскрой возможен по прямым линиям без ограничений на применяемое оборудование.

Алгоритм проектирования оптимального плана не гильотинного раскроя можно рассмотреть на следующем примере. Пусть требуется раскроить лист 2000x1000 мм на карты 210x170 мм. Сначала минимизируют ширину отхода, ориентированного вдоль листа и потому наиболее протяженного (в предыдущем примере она составила 40 мм, рис. 10). Для этого составляют варианты размещения различных полос по ширине листа (табл. 22). Значения ширины полос a и b равны размерам карты.

Рисунок 10. - Раскрой листа 2000x1000 мм на карты 700x260 мм.



Лучший вариант № 2 в табл. 1 содержит комбинацию: $3a + 2b = 970$ мм. Сформируем два массива карт высотой $2b = 340$ мм и $3a = 630$ мм. Длина массива меньшей высоты превышает длину листа 2000 мм (рис. 11) и составляет $210 \times 10 = 2100$ мм, выход за пределы листа $l_1 = 2100 - 2000 = 100$ мм. Длина массива большей высоты с размерами 630×1870 мм меньше длины листа на величину $l_2 = 130$ мм.

Поскольку $l_1 < l_2$, имеются предпосылки размещения на листе обоих массивов. Задача имеет решение, если их частицы - подмассивы - можно поменять местами в пределах листа. Возможные длины подмассивов, кратные размерам карты, записаны попарно:

210/1890, 420/1680, 630/1470, 840/1260, 1050/1050; 170/1700, 340/1530, 510/1360, 680/1190, 850/1020.

Верхняя строка содержит варианты разбиения массива длиной 2100 мм, соответственно сумма каждой пары чисел равна $2100 < l$.

Нижняя строка относится к массиву длиной 1870 мм, здесь сумма пары чисел составляет 1870. Нужно найти две пары чисел, расположенные в разных

Таблица 1. - Варианты раскроя листа на полосы различной ширины a и b , мм.

номер варианта	число полос различной ширины		ширина отхода, мм
	$a = 210$	$b = 170$	
1	4	0	160
2	3	2	30
3	2	3	70
4	1	4	110
5	0	5	150

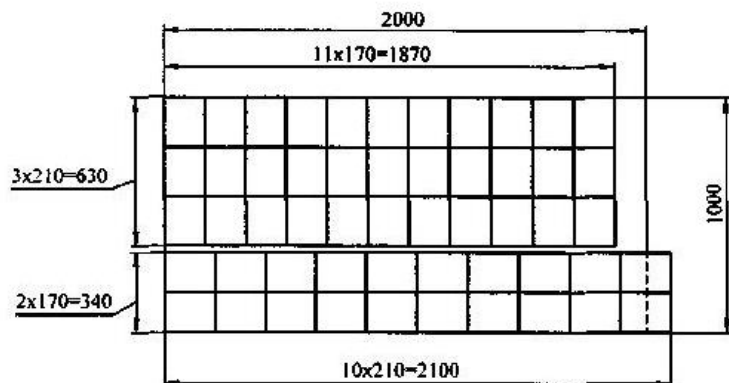


Рисунок 11. - Пример формирования массивов карт 210х170 мм, подлежащих размещению на листе 2000х1000 мм.

строках, из которых можно образовать две другие пары так, чтобы сумма каждой новой пары не превышала 2000. В данном примере это возможно: пары 630/1470 и 510/1360 перекombинируем в 510/1470 и 630/1360.

Смысл найденного решения заключается в следующем: меняем местами подмассивы длиной 510 и 630 мм, в результате они оба оказываются в пределах листа (рис. 12).

Данный этап проектирования раскроя не является окончательным. Иногда удается использовать для размещения дополнительных карт прямоугольную область отхода, образовавшуюся в результате перекomпоновки плана. На рис. 12 размеры этой области недостаточны для размещения дополнительных карт.

Обратимся к другому примеру из источника, в котором дано описание графической интерпретации рассматриваемого метода проектирования не гильотинного раскроя. Размеры листа и карты соответственно равны 2000х1000 мм и 175х135 мм, размеры массивов, подобных показанным на рис. 11, 175х2025 мм и 810х1925 мм. После перекomпоновки плана по аналогии с рис.12 все карты сформированных массивов размещаются на листе (рис.13, а).

По сравнению с планом, представленным на рис.12, имеем большой размер прямоугольной области отхода, равный разности высот массивов: 810...175 мм. В связи с этим возможна корректировка плана, заключающаяся в увеличении числа рядов под массива меньшей высоты с 1 до 4. При этом число рядов под массива большей высоты сокращается с 6 до 2. На рис. 13, б приведены новые значения высоты подмассивов. В результате корректировки общее число размещенных на листе карт увеличивается на одну и составляет 82.

Рисунок 12. – Перекомпоновка плана, показанного на рис. 11.

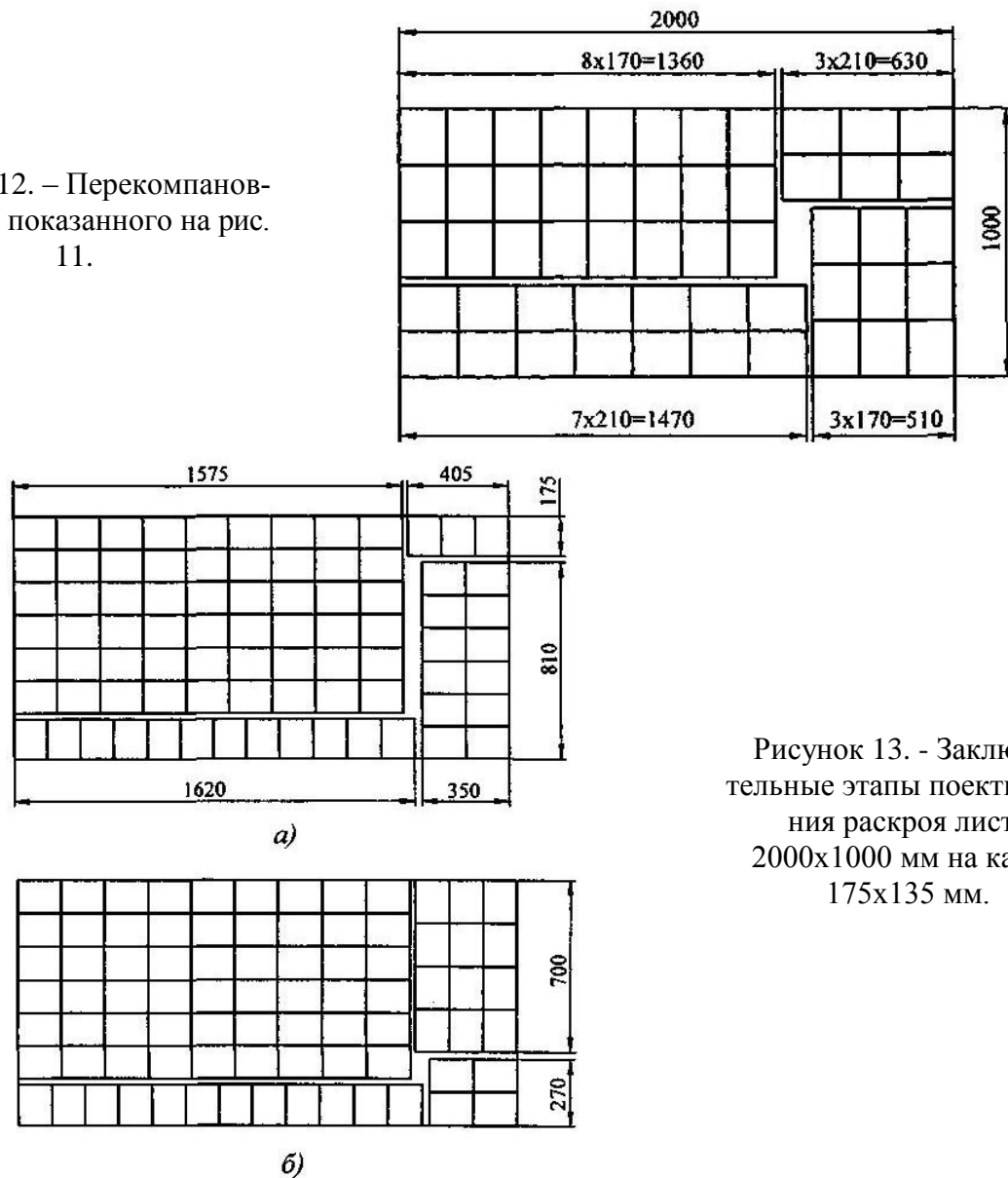


Рисунок 13. - Заключительные этапы проектирования раскроя листа 2000x1000 мм на карты 175x135 мм.

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- три листа ватмана форматом А-4;
- чертежи карт (задаются преподавателем);
- габариты стандартного листового проката;
- калькулятор;
- ножницы;
- чертежный инструмент.

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Назначение оптимальной раскладки карт на стандартном листе проката в сварочном производстве.
2. Чем отличается ручной метод раскладки карт от компьютерного?

3. Как осуществляется раскрой листа на одинаковые карты?
4. Приведите определение, что называется коэффициентом раскроя K_p ?
5. В чем заключается сущность ручного метода раскладки карт?
6. В чем заключается сущность компьютерного метода раскладки карт?
7. Какие существуют способы раскладки карт?
8. Приведите определение, что называется картой?
9. Какие существуют методы резки листов проката?
10. Чем отличается гильотинный метод резки карт от плазменного?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с методикой оптимизации потерь при раскрое стандартного листового проката с размерами $A \times B$ на прямоугольные карты $a \times b$ заданные преподавателем.
2. Составить условия для оптимизации раскроя стандартного листового проката.
3. Выполнить расклад карт на стандартном листе проката, используя как критерий размер карты a , заданной преподавателем (за основу взять лист формата А-4 с изображением на нем в масштабе стандартного листа проката и карты).
4. Выполнить расклад карт на стандартном листе проката, используя как критерий размер карты b , заданной преподавателем (за основу взять лист формата А-4 с изображением на нем в масштабе стандартного листа проката и карты).
5. Выполнить расклад карт в произвольном порядке на стандартном листе проката, без использования каких либо критериев (за основу взять лист формата А-4 с изображением на нем в масштабе стандартного листа проката и карты);
6. Рассчитать количество карт расположенных на листе проката всеми методами и занести в таблицу.
7. Определить коэффициент использования материала во всех методах и сравнить их между собой (по формуле 4).
8. Полученные результаты занести в таблицу 2 и сравнить со среднестатистическими данными.

Таблица 2. - Результаты опытной раскладки карт на стандартном листовом прокате.

№ п/п	Размер карт $a \times b$, в мм	Размер стандартного листового проката $A \times B$, в мм	Количество карт на листе N_K , шт	Коэффициент расхода матери- ала на карту H_P , см ²
1				
2				
3				

2.2. Обработка результатов эксперимента

Определить размещенное количество карт на листе проката разными методами по условиям задаваемых преподавателем.

Выполнить расчет коэффициента расхода материала на карту, полученную разными методами.

Сравнить полученные данные анализа раскроя стандартного листа проката по расчетам коэффициента расхода материала на карту, определенную разными методами.

Рассчитать средний коэффициент потерь для разных методов по формуле:

$$H_{P.CP.} = \frac{A \times B}{N(a \times b)},$$

и сравнить со среднестатистическими нормами на отходы при раскрое.

3. Выводы

Оценить эффективность различных методик компоновки карт на стандартном листе проката. Показать возможности, достоинства и области целесообразного применения выбранного метода.

4. Оформление отчета

В отчете отразить:

- тему лабораторной работы и ее цель;
- выполнить расклад карт на стандартном листе проката, используя как критерий размер карты **a**, заданной преподавателем (за основу взять лист формата А-4 с изображением на нем в масштабе стандартного листа проката и карты);
- выполнить расклад карт на стандартном листе проката, используя как критерий размер карты **b**, заданной преподавателем (за основу взять лист формата А-4 с изображением на нем в масштабе стандартного листа проката и карты);
- выполнить расклад карт в произвольном порядке на стандартном листе проката, без использования каких либо критериев (за основу взять лист формата А-4 с изображением на нем в масштабе стандартного листа проката и карты);
- рассчитать количество карт расположенных на листе проката всеми методами;
- указать какой из выполненных методов более рационален;
- определить коэффициент использования материала во всех методах и сравнить их между собой;
- полученные результаты занести в таблицу и сравнить со среднестатистическими данными;
- сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Определение затрат материалов и электроэнергии для резания-сваривания

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Исследовать влияние сварочного тока и напряжения на затраты сварочных материалов и электроэнергии при автоматической сварке под флюсом, установить зависимость между количеством наплавленного металла и расходом сварочной проволоки, флюса и электроэнергии.

На основании установленных зависимостей рассчитать расход сварочных материалов и электроэнергии для сварки заданных конструкций.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо:

- изучить методические указания и рекомендуемую литературу к данной работе;
- ознакомиться с оборудованием и приборами;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить таблицы для записи данных и результатов работы.

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- методику и формулы для расчета расхода сварочных материалов и электроэнергии при сварке;
- влияние параметров режимов сварки на форму и размеры сварных швов;
- основные типы и конструктивные элементы сварных швов;

При выполнении данной работы студент должен **у м е т ь** :

- выбрать тип сварного шва по ГОСТ применительно к выбранному способу сварки, марке и толщине свариваемого металла;
- анализировать и систематизировать литературные и экспериментальные данные по расходу сварочных материалов и электроэнергии;
- разработать мероприятия по экономии сварочных материалов и электроэнергии при сварке.

1.3. Используемая литература

1. Кривов Г.О. Виробництво зварних конструкцій: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. / Г.О. Кривов, К.О. Зворкін – К. : КПІ, 2012, - 896 с.

2. Виноградов, В.М. и др. Основы сварочного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепашин, Н.Ф. Шпунькин. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. -272 с.

3. Кудишин, Ю.И. и др. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений. / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева и др.; под ред. Ю. И. Кудишина. - [11-е изд., стер.]. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 688 с.

4. Куркин, С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: учеб. для вузов. / В.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. - 398 с.

5. Логанов, Д.Т. и др. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств. / Д.Т. Логанов, М.Т. Банников, Ю.К. Петропавловский и др. - М. : Машиностроение, 1989. - 120 с.

6. Краевский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. / А.И. Краевский. – М. : Машиностроение, 1980. - 388 с.

7. Юрьев В.П. Справочное пособие по нормированию материалов и электрической энергии для сварочной техники. / В.П. Юрьев – М. : Машиностроение, 1972. – 152 с.

1.4. Методические указания

Необходимо знать основные показатели технологичности сварных конструкций [1-4]: трудоемкость изготовления, их металлоемкость и энергоемкость, зависящие от расхода сварочных материалов и электроэнергии на выполнение сварных соединений. Оптимизация расхода сварочных материалов и электроэнергии является неотъемлемой частью технологической подготовки производства сварных конструкций, повышающих экономичность производственного процесса [6, 7].

Технический расчет норм расхода [5-7] сварочных материалов и электроэнергии производят по количеству наплавленного металла, зависящего от типа и размеров сварных швов, с учетом коэффициентов потерь на угар, разбрызгивание, испарение и др., которые, в свою очередь, зависят от применяемого способа сварки, марки свариваемого металла, рода и полярности тока, силы тока и напряжения дуги и т.д. Отсутствие точных данных о коэффициентах потерь и использование в расчетах усредненных статистических данных приводят к необоснованному завышению себестоимости сварных конструкций, к излишкам нормативных материальных запасов на предприятии [3, 4].

Овладение техникой экспериментального определения коэффициента потерь применительно к конкретным условиям сварки и освоение методики расчета расхода сварочных материалов - актуальная задача для специалистов сварочного производства,

1.4.1. Влияние силы сварочного тока, напряжения дуги и скорости сварки

С увеличением силы сварочного тока увеличивается глубина провара, тогда как ширина шва почти не изменяется.

С повышением напряжения сварочной дуги ширина шва резко увеличивается, а глубина провара уменьшается. Это важно учитывать при сварке

тонкого металла. Несколько уменьшается и выпуклость (усиление) шва. При одном и том же напряжении ширина шва при сварке на постоянном токе (особенно обратной полярности) значительно больше, чем ширина шва при сварке на переменном токе.

С увеличением скорости сварки сначала глубина провара возрастает (до 40...50 м/ч), а затем уменьшается. При этом ширина шва уменьшается постоянно. При скорости более 70...80 м/ч основной металл не успевает прогреваться, и по обеим сторонам шва возможны подрезы.

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для проведения лабораторной работы необходимы:

- сварочный трактор ТС-17М;
- сварочный выпрямитель ВКСМ-ЮОО;
- амперметр;
- вольтметр;
- весы;
- секундомер;
- пластины 100x200 мм из стали ВСтЗсп ГОСТ 380-71 толщиной 8...12 мм;
- сварочная проволока марки Св-08А ГОСТ 2246-70 диаметром 2...3 мм;
- флюс АН-348А ГОСТ 9067-81;
- металлическая линейка, щетка, молоток, зубило.

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Как изменяется расход сварочных материалов в зависимости от силы сварочного тока?
2. Как изменяется расход сварочных материалов в зависимости от напряжения дуги?
3. Как зависит расход электроэнергии от рода и полярности тока?
4. Какие типы сварных соединений обеспечивают экономию сварочных материалов?
5. Зависят ли коэффициенты потерь от марки свариваемого металла?
6. Какие технические мероприятия обеспечивают экономию сварочных материалов при сварке?
7. Какие организационные мероприятия способствуют экономии электроэнергии при сварке?
8. Какие технологические мероприятия способствуют экономии электроэнергии при сварке?
9. Какие организационные мероприятия способствуют экономии электродов (проволоки) при сварке?
10. Какие технологические мероприятия способствуют экономии электродов (проволоки) при сварке?
11. Какие технологические мероприятия способствуют экономии электрической энергии при сварке?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

Собрать принципиальную схему экспериментальной установки для сварки (рис. 1) испытуемых образцов.

Взвесить испытуемые пластины до сварки, записать данные в табл. 1.

Выполнить сварку при различных значениях силы сварочного тока и напряжения дуги. Полученные экспериментальные данные в процессе сварки заносить в табл. 1 (данные о силе сварочного тока, напряжении электрической дуги, протяженности времени горения дуги).

После сварки каждого экспериментального образца, то есть после выполнения каждого шва, пластину очистить от брызг и осторожно снять шлаковую корку, взвесить пластину и шлаковую корку отдельно, измерить длину сварочного шва и пересчитать это значение применительно к расстоянию в один метр. Записать полученные данные в табл. 1. Эксперимент производить не менее двух раз на одном и том же режиме.

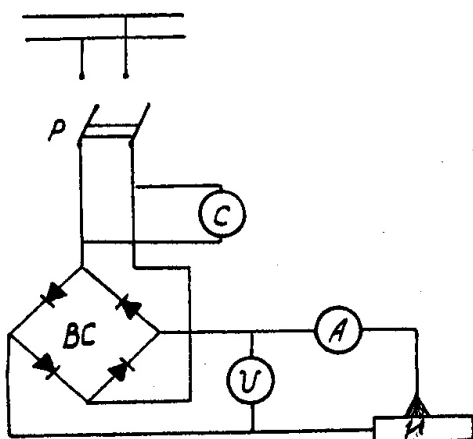


Рисунок 1. - Схема сварочного поста для проведения экспериментов:

A - амперметр; *V* - вольтметр;

BC - выпрямитель сварочный;

C - счетчик расхода электроэнергии; *P* - рубильник; *И* - свариваемое изделие.

Таблица 1. - Экспериментальные данные

Номер опыта	Масса пластины, кг		Масса наплавленного металла, кг		Длина сварочного шва, м.	Время сварки, с.	Режим сваривания	
	До сварки	После сварки	На шов	На 1 м шва			$J_{св}$, А	U_d , В
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.								

Продолжение табл. 1.

Расход сварочной проволоки, кг		Расход флюса, кг		Расход электроэнергии, кВт·ч		Коэффициенты расхода	
На шов	На 1 м шва	На шов	На 1 м шва	На шов	На 1 кг наплавленного материала	Сварочной проволоки	флюса
10	11	12	13	14	15	16	17

Количество наплавленного металла определить как разницу массы пластины до и после сварки.

Произвести необходимые расчеты расхода материалов:

а) **использованной сварочной проволоки**, кг,

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\alpha_H \cdot J_{\text{св}} \cdot t}{3600 \cdot 1000};$$

где, $\alpha_H = 14,5...16$ г/А·ч - коэффициент наплавки;

t - время горения дуги, с;

$J_{\text{св}}$ - сварочный ток, А.

б) **расходуемой электроэнергии**, кВт·ч,

$$A_c = \frac{U_d \cdot J_{\text{св}} \cdot t}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta};$$

где, U_d - напряжение на дуге, В;

$\eta = 0,35...0,4$ - КПД при сварке от многопостового выпрямителя с балластными реостатами;

в) **удельного расхода затраченных материалов q** , кг/м, на 1 м:

$$q = Q_{\text{пр}} / \ell;$$

где, ℓ - длина сварного шва, м.

Определить полученные опытным путем коэффициенты расхода:

а) **сварочной проволоки**:

$$K_n = \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_H};$$

где, Q_H - количество наплавленного металла (графа 5, табл. 1);

$Q_{\text{пр}}$ - расход сварочной проволоки (графа 11, табл. 1);

б) **флюса**:

$$K_{\phi} = \frac{Q_{\phi\text{Л}}}{Q_H};$$

где, $Q_{\phi\text{Л}}$ - расход флюса (графа 13, табл. 1).

Определить удельный расход электроэнергии α , кВт·ч/кг, на 1 кг наплавленного металла:

$$\alpha = \frac{A_c}{Q_H}.$$

2.2. Обработка результатов эксперимента

Полученные экспериментальные опытные данные и рассчитанные на их

основе коэффициенты расхода материалов, сравнить со справочными данными, приведенными в табл. 2. Объяснить причины их расхождения. При расхождении экспериментальных и справочных данных более чем на 30% эксперимент повторить.

Используя полученные в ходе эксперимента расчетные данные и коэффициенты расхода материалов и электроэнергии внести в табл. 1, показать преподавателю эти исходные данные, и подготовить их для расчета на ЭВМ.

Сравнить полученные расчетные данные по расходу сварочной проволоки, флюса, газа и электроэнергии при выполнении двух типов сварочных соединений, с такими же данными по аналогичным сварочным швам из ГОСТ (табл. 3), при этом необходимо учесть, что выполняемые размеры швов и их аналоги из ГОСТ одинаковы по классификации и другим параметрам.

Таблица 2. - Справочные данные по коэффициентам расхода сварочных материалов и электроэнергии.

Способ сварки	Коэффициенты расхода		Удельный расход электроэнергии кВт·ч/кг наплавляемого металла
	Сварочной проволокой	Флюса (газа)	
Автоматическая под флюсом: - на переменном токе; - на постоянном токе; -от многопостового выпрямителя.	1,01...1,1	1,1...1,8	3...4 5...6 10...11
Полуавтоматическая под флюсом: - на переменном токе; - на постоянном токе; -от многопостового выпрямителя.	1,02...1,12	1,2...1,4	3,5...4,5 6...7 10,5...11,5
Электрошлаковая: - на переменном токе; - на постоянном токе.	1,01...1,05	0,05...1,0	1,4...1,5 2,5...2,6
Автоматическая и полуавтоматическая в углекислом газе и смеси газов на по- стоянном токе обратной полярности	1,02...1,06	1,2	5,5...7,0

Таблица 3. - Характеристика сварных соединений.

Марка ма- териала	Толщина металла	Способ сварки	Род тока	Тип свароч- ного шва	Длина сва- рочного шва, мм
1	2	3	4	5	6
Сталь ВСт3сп	20	Под флюсом	Переменный	3	10125
	6	Ручная	Переменный	4	306
	6	В углекислом газе	Постоянный	5	2520
	10	В углекислом газе	Постоянный	5	475
	12	Под флюсом	Переменный	3	1820
	32	Под флюсом	Постоянный	4	715
	40	Под флюсом	Постоянный	4	1260
	40	Электрошлаковая	Переменный	1	1260

Продолжение табл. 3.

1	2	3	4	5	6
	120	Электрошлаковая	Переменный	1	1525
	180	Электрошлаковая	Переменный	1	850
	3	В углекислом газе	Постоянный	0	6850
Сталь 12Ч18Н10Г	2	В аргоне	Постоянный	0	130
	15	Под флюсом	Постоянный	3	1285
	40	Под флюсом	Постоянный	4	2040
	8	Под флюсом	Постоянный	2	965
	4	В аргоне	Постоянный	1	12185
	24	Под флюсом	Постоянный	4	6050
Титан BT1-0	1	В аргоне	Постоянный	0	345
	5	В аргоне	Постоянный	1	4195
	14	В аргоне	Постоянный	3	1955
Алюминий AM-5	3	В аргоне	Переменный	0	620
	5	В аргоне	Переменный	1	1385
	10	В аргоне	Постоянный	3	525

3. Вывод

Сравнить расчетные, экспериментальные и справочные данные по расходу сварочных материалов и электроэнергии, объяснить причины их расхождения, оценить влияние сварочного тока и напряжения дуги на коэффициенты расхода.

4. Оформление отчета

В отчете привести цель работы, схему установки для сварки, использованное оборудование, приборы, материалы, математические зависимости применяемые в расчетах, экспериментальные и расчетные данные (табл. 1), данные по ГОСТ (табл. 3), выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Разработка технологического процесса сборки и сварки различных конструкций

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Ознакомиться с методикой оформления комплекта документов сборно-сварочного технологического процесса изготовления заданного узла и расчета соответствующих его показателей.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо выполнить следующие действия:

- изучить методические указания и рекомендуемую литературу по данной работе;
- ознакомиться с методикой заполнения комплекта документов технологического процесса и расчетов необходимых параметров;
- анализировать сварные конструкции на технологичность изготовления;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить бланки комплекта документов технологического процесса для записи данных и результатов расчета.

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- методику заполнения комплекта документов, формулы для расчета режимов сварки и других показателей отражаемых в нем;
- основные виды сварки, типы и конструктивные элементы сварных швов, модели сварочной и вспомогательной техники, и т.д.;
- правила техники безопасности при выполнении сварочных работ и инструкции по ней.

у м е т ь :

- выбрать тип сварного шва по ГОСТ применительно к применяемому способу сварки, марке и толщине свариваемого металла;
- анализировать и систематизировать литературные и экспериментальные данные по расчету режимов сварки, расходу и применению сварочных материалов и электроэнергии;
- расчленять конструкцию на узлы и под узлы;
- рассчитать режимы сварки, и остальные параметры для заполнения комплекта документов технологического процесса;
- задействовать имеющееся либо предложить новое основное и вспомогательное оборудование для изготовления заданного преподавателем узла.
- оформить комплект документов технологического процесса.

1.3. Используемая литература

1. Куркин С.А. Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М.: Высшая школа, 1991. – 344 с.
2. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас. Учеб. пособие. / С.А.Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.
3. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки структура і правила оформлення.
4. СТП ТПУ 2.5.01-99. Система освітніх стандартів. Роботи випускні кваліфікаційні, проекти і роботи курсові. Загальні вимоги та правила оформлення.
5. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования по выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
6. ГОСТ 3.1001-81 ЕСТД. Общие положения.
7. ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
8. ГОСТ 3.1103-83 ЕСТД. Основные надписи.
9. ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.
10. ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.
11. ГОСТ 3.1116-79 ЕСТД. Нормоконтроль.
12. ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.
13. ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
14. ГОСТ 3.1120-83 ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.
15. ГОСТ 3.1127-98 ЕСТД. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.
16. ГОСТ 3.1129-93 ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.
17. ГОСТ 3.1130-93 ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов.
18. ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологических документов.
19. ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), по специализированным методам сбора.
20. ГОСТ 3.1701-79. Правила записи операций и переходов. Холодная штамповка.
21. ГОСТ 3.1702-79. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.
22. ГОСТ 3.1703-79. Правила записи операций и переходов. Слесарные. Слесарно-сборочные работы.

23. ГОСТ 3.1704-81. Правила записи операций и переходов. Пайка и лужение.

24. ГОСТ 3.1705-81. Правила записи операций и переходов. Сварка.

25. ГОСТ 3.1706-83. Правила записи операций и переходов. Ковка и горячая штамповка.

26. ГОСТ 3.1707-84. Правила записи операций и переходов. Литье.

1.4. Методические указания

1.4.1. Термины и определения основных понятий

Основные понятия Единой системы технологической документации (ЕСТД) определены в стандарте ГОСТ 3.1109-82.

Технологический процесс - часть производственного процесса, содержит целенаправленные действия по изменению или определению состояния предмета труда.

Технологическая операция - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический переход - законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах.

Маршрутное описание технологического процесса - сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

Операционное описание технологического процесса - полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

Маршрутно-операционное описание технологического процесса - сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

Единичный технологический процесс - процесс изготовления или ремонта одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс - технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Групповой технологический процесс - технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Комплект документов технологического процесса - совокупность технологических документов, необходимых и достаточных для выполнения технологического процесса (операции).

Средства технологического оснащения - совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Технологическое оборудование - средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса

размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическое оборудование.

Технологическое оснащение - средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

***Примечание.** Примером технологической оснастки является режущий инструмент, штампы, приспособления, калибры, пресс-формы, модели, литейные формы и т.д.*

Приспособление - технологическая оснастка, предназначенная для установки и направления предметов труда или инструмента при выполнении технологической операции.

Инструмент - технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния.

***Примечание.** Состояние предмета труда определяется с помощью меры и (или) измерительного прибора.*

Правила оформления комплекта документов технологического процесса изготовления изделия указаны в приложении А.

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- комплект документов технологического процесса (ТЛ - форма 1а – 1 шт.; МК – форма 2 – 1 шт., форма 2а – 2 шт.; ОК – форма 1а - 1 шт., форма 2а – 2 шт.; КЭ – форма 7 – 2 шт., форма 7а – 2 шт., ТК - форма по ГОСТ 3.1407-86);
- чертежи сварных узлов и комплект деталей, входящих в них (индивидуальное задание на курсовой проект);
- правила заполнения форм комплекта документов технологического процесса (приложение А).

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Назначение комплекта документов технологического процесса?
2. Основные формы комплекта документов технологического процесса?
3. Приведите определение, что такое маршрутный технологический процесс?
4. Приведите определение, что такое полный технологический процесс?
5. Для чего предназначена маршрутная карта технологического процесса?
6. Для чего предназначена карта эскизов технологического процесса?
7. Для чего предназначена операционная карта технологического процесса?
8. Какие параметры задаются на карте эскизов технологического процесса?
9. Какие параметры задаются на операционной карте технологического процесса?
10. Какие параметры задаются на маршрутной карте технологического процесса?
11. Для чего предназначена карта технического контроля технологического процесса?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с конструкцией заданного индивидуального сварного узла и требованиями на его изготовление (по указанию преподавателя).
2. Составить краткий технологический процесс сборки-сварки заданного изделия (разработать маршрутный технологический процесс и одну операционную карту на усмотрение преподавателя).
3. Заполнить соответствующие формы комплекта документов технологического процесса.
4. Рассчитать режимы сварки для выбранной операционной карты технологического процесса.
5. Внести полученные результаты в соответствующие ячейки операционной карты технологического процесса.
6. Выполнить на бланках карты эскизов (КЭ) и выбранной операционной карты (ОК) технологического процесса эскизы заготовок для сборки заданного изделия и эскизы для ОК.
7. Рассчитать расход сварочных материалов и электроэнергии для сварки заданных конструкций.

2.2. Обработка результатов экспериментов

1. Заполнить маршрутную карту (МК) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем.
2. Выполнить эскизы заготовок на карте эскизов (КЭ) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем.

3. Выводы

Ознакомились методикой оформления комплекта документов сборно-сварочного технологического процесса изготовления заданного узла и расчета соответствующих его показателей.

4. Оформление отчета

В отчете отразить:

- Тему лабораторной работы и ее цель;
- выполнить эскизы сварного узла заданной преподавателем операции технологического процесса с простановкой базовых (исполнительных) размеров;
- выполнить эскизы заготовок для сборки узла;
- указать последовательность сборки деталей узла в приспособлении;
- сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Схемы базирования, оформление карт эскизов и установочные элементы приспособлений для сборки под сварку

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Ознакомиться с методикой оформления сборно-сварочного технологического процесса (карты эскизов) по изготовлению заданного узла и расчета соответствующих его показателей при его проектировании.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо выполнить следующие действия:

- изучить методические указания и рекомендуемую литературу по данной работе;
- ознакомиться с методикой заполнения комплекта документов технологического процесса и расчетов необходимых параметров;
- анализировать сварные конструкции на технологичность изготовления;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить бланки комплекта документов технологического процесса для записи данных и результатов расчета.

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- методику заполнения комплекта документов, формулы для расчета режимов сварки и других показателей отражаемых в нем;
- основные виды сварки, типы и конструктивные элементы сварных швов, модели сварочной и вспомогательной техники, и т.д.;
- правила техники безопасности при выполнении сварочных работ и инструкции то ней.

у м е т ь :

- выбрать тип сварного шва по ГОСТ применительно к применяемому способу сварки, марке и толщине свариваемого металла;
- анализировать и систематизировать литературные и экспериментальные данные по расчету режимов сварки, расходу и применению сварочных материалов и электроэнергии;
- расчленять конструкцию на узлы и под узлы;
- рассчитать режимы сварки, и остальные параметры для заполнения комплекта документов технологического процесса;
- задействовать имеющееся либо предложить новое основное и вспомогательное оборудование для изготовления заданного преподавателем узла.
- оформить комплект документов технологического процесса.

1.3. Используемая литература

1. Куркин С.А. Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. – 344 с.
2. Куркин С.А. и др. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас. Учеб. пособие. / С.А.Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.
3. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки структура і правила оформлення.
4. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования по выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
5. ГОСТ 2.312-72 ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
6. ГОСТ 3.1116-79 ЕСТД. Нормоконтроль.
7. ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
8. ГОСТ 3.1128-93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.

1.4. Методические указания

1.4.1. Термины и определения основных понятий

Точность сборки изделия зависит от точности установки в приспособлении отдельных деталей и узлов. Для получения изделия в пределах заданных допусков необходимо допуск на установку фиксаторов назначать значительно меньше величины допуска для элемента конструкции. Сумма величины допусков на установку фиксатора и элемента конструкции должна быть равна или меньше величины допуска на готовую продукцию.

Положения детали в пространстве характеризуются шестью степенями свободы, определяющими возможность перемещения и поворота детали относительно трех координатных осей.

Основные термины и определения, относящиеся к базированию и базам, установлены ГОСТ 21495-76.

Базирование – предание детали или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Закрепление – приложение сил к изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании.

База – поверхность или сочетание поверхностей, ось, точка детали или изделия, используемые для базирования.

Опорная точка – точка, символизирующая одну из связей изделия с избранной системой координат.

Схема базирования – схема расположения опорных точек на базах дета-

лей или изделия.

Установочная база – база, лишаящая изделия трех степеней свободы – перемещение до одной координатной оси и поворота вокруг двух других.

Направляющая база – база, лишаящая деталь двух степеней свободы – перемещение вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Опорная база – база, лишаящая деталь одной степени свободы – перемещение вдоль одной координатной оси или поворота вокруг другой оси.

Двойная направляющая база – база, лишаящая деталь четырех степеней свободы перемещений – перемещений вдоль двух координатных осей и поворота вокруг этих осей.

В зависимости от конфигурации детали, формы баз и выполняемой операции базирование может осуществляться с помощью трех, двух баз или только одной базы.

Группа баз – это совокупность трех или двух баз, используемых для базирования детали в приспособлении. Значимость баз неодинакова. Во всех случаях имеется установочная – главная база, с которой начинается базирование. Этой базой деталь устанавливается на приспособление, в результате она получает достаточно устойчивое положение.

Дополнительная база – каждая из группы баз, кроме главной. В зависимости от конкретных условий дополнительной базой может служить направляющая или опорная база.

Для обеспечения неподвижности изделия в системе координат на него необходимо наложить шесть двухсторонних геометрических связей (правило шести точек). При установке по грубо обработанным поверхностям излишние опорные точки (сверх шести) делают схему базирования статически неопределенной, не только не повышают, но, наоборот, понижают точность установки. Рассмотрим это на примере базирования детали с отверстием на цилиндрическом пальце (рис. 1).

При базировании по длинному пальцу (рис. 1, а) цилиндрическая поверхность представляет двойную направляющую базу и лишает деталь четырех степеней свободы: плоскость которой прижимается деталь силой P , является установочной базой, лишаящей деталь трех степеней свободы. Таким образом, число опорных точек равно семи, и при малейшей неточности изготовления детали (неперпендикулярности торцевой плоскости к оси отверстия), во время закрепления детали либо палец будет изгибаться под действием силы P , либо деталь не будет установлена на базовую плоскость. Все это приводит к неопределенности базирования. При базировании по пальцу возможны два случая правильного базирования: в сочетании короткого пальца и торцевой плоскости (рис. 1, б). Короткая цилиндрическая поверхность представляет собой направляющую базу, лишаящую деталь двух степеней свободы. Плоскость является установочной базой и соответствует трем опорным точкам, сочетание данного пальца и короткой торцевой плоскости (рис. 1, в). Цилиндрическая поверхность соответствует четырем опорным точкам, торцевая опора малого размера лишает деталь одной степени свободы.

Таким образом, деталь опирается на пять опорных точек, так как шестая степень свободы – вращение вокруг оси отверстия – сохраняется, и шестая

опорная точка может отсутствовать.

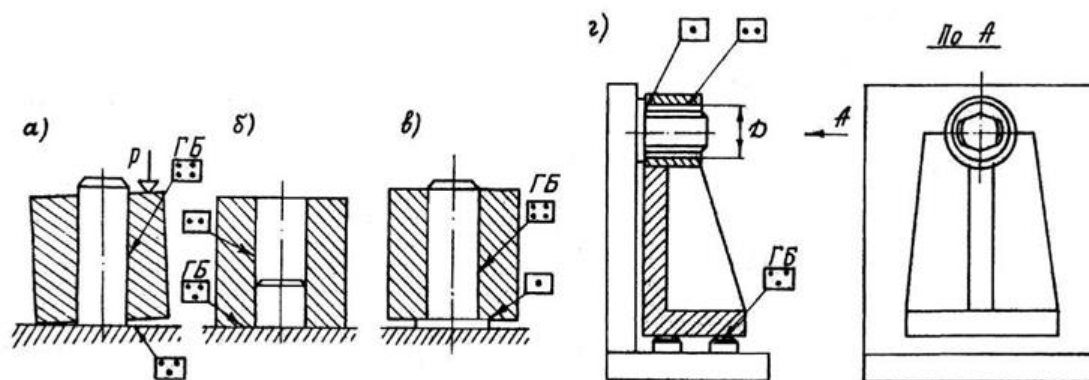


Рисунок 1. - Схемы базирования по плоскости и цилиндрическому пальцу: а, б, в) базирование по внутреннему отверстию и торцу втулки; г) базирование по внутреннему отверстию и торцу втулки, а так же по опорной плоскости кронштейна.

На рис. 1, г отверстие в детали – дополнительная база, ось которой параллельна плоскости главной базы. В этом случае дополнительная база (отверстие) устанавливается на срезанный палец. Если палец короткий (установочная длина $1,5 D$), то деталь лишается одной степени свободы перемещение по оси y : если палец длинный (установочная длина $>1,5 D$) – двух степеней свободы, то есть перемещение по оси y и вращения относительно оси z .

Все сказанное выше относится к случаю базирования абсолютно жесткого изделия. Практически большинство крупных свариваемых изделий не являются абсолютно жесткими, и для их фиксации требуется установка дополнительных опор, не входящих в систему шести точек.

1.4.2. Опорные элементы

Опорные точки для базирования детали либо узла реализуются в приспособлении в виде опорных элементов, которые по своему назначению подразделяются на **основные и дополнительные**.

Основные элементы предназначены для реализации схемы базирования, **дополнительные** – для придания изделию необходимой жесткости в процессе сборки и сварки.

К основным опорным элементам приспособлений и стендов относятся **опорные штыри, пластины, пальцы, центры, плавающие и заблокированные опоры** и др. устройства, а к дополнительным – **подводимые и самоустанавливающиеся одиночные опоры**.

При разработке технического задания на проектирование сборочно-сварочной оснастки технолог обязан представить схему расположения баз для изделия и указать режимы выполнения, то или иного действия при выполнении сварных швов (например: круговой шов и т.д.).

Условное графическое изображение опорных и установочных элементов приспособлений (стендов и др.) для базирования детали или сборочного узла регламентировано ГОСТ 3.1107-81 (СЭВ 1803-79). Их обозначения соответственно приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. - Обозначения опор.

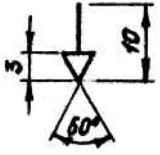
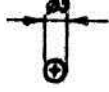

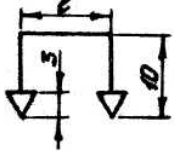
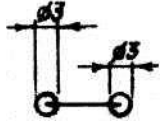

Наименование опоры	Обозначение опоры на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			

Иногда в конструкциях приспособлений опорные элементы сочетаются с зажимами, в результате чего образуются **опорно-зажимные элементы**. К ним в частности относятся, так называемые самоцентрирующие устройства (патроны токарные и сверлильные, трех или четырех кулачковые, оправки цанговые и т.д.), которые одновременно с базированием выполняют и функции закрепления. В обозначениях этих элементов сочетаются обозначения опор и зажимов. Условное обозначение зажимов приведены в табл. 3.

Таблица 2. - Обозначение установочных устройств.

Наименование установочного устройства	Обозначение установочного устройства на видах		
	спереди, сзади, сверху, снизу	слева	справа
Центр неподвижный		Без обозначения	Без обозначения
Центр плавающий		Без обозначения	Без обозначения
Центр вращающийся		Без обозначения	Без обозначения
Оправка цилиндрическая			
Оправка шариковая (роликовая)			

Таблица 3. - Обозначение зажимов

Зажим	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Одиночный			
Двойной			

Условные обозначения формы рабочей поверхности опор и базируемых поверхностей проставляются на картах эскизов и отдельных видах операционных карт в соответствии с требованиями ГОСТ. При этом условные изображения зажимов и установочных устройств наносят слева от обозначения опоры, зажима или установочного устройства (табл. 4). Условные обозначения приводов зажимных устройств приведены в табл. 5.

Таблица 4. - Обозначения формы рабочей поверхности.

Наименование формы поверхности	Обозначение формы поверхности на всех видах
Плоская	
Сферическая	
Цилиндрическая (шариковая)	
Призматическая	
Коническая	
ромбическая	
Трехгранная	

1.4.3. Способы базирования деталей с главной базой, имеющей форму плоскости

Осуществить базирование плоской главной базы – значит совместить ее с какой-либо заданной плоскостью приспособлений, в этом случае деталь лишается трех степеней свободы. Погрешность базирования определяется в направлении, перпендикулярном плоскости базы.

Таблица 5. - Условные обозначения приводов зажимных устройств.

Наименование устройств зажима	Обозначения на всех видах
Пневматическое	Р
Гидравлические	Н
Электрическое	Е
Магнитное	М
Электромагнитное	ЕМ
Прочие	Без обозначения

Базирование с помощью двух опорных пластин соответствует базированию на три опорные точки. Опорные пластины изготавливаются по ГОСТ 4743-68 двух типов: плоские (рис. 2, а) для установки на боковых поверхностях и с косыми пазами (рис. 2, б) для установки горизонтальной плоскости.

Для одновременной фиксации одной или двух деталей горизонтальной плоскости и для крепления собираемых деталей на вертикальной плоскости можно использовать установки угловые (ГОСТ 13445-68), показанные на рис. 3, б.

Рамы приспособления обычно проектируют из профильного проекта 1 (в данном случае швеллеров). В местах крепления фиксаторов, прижимов и других элементов приспособления приваривают пластинки 2 (платики), которые после сварки обрабатывают режущим инструментом и получают базовые поверхности.

Базирование с помощью трех постоянных опор следует применять в тех случаях, когда плоская главная база недостаточно чисто и точно обработана. Конструкция постоянных опор стандартизирована и показана на рис. 5. опоры выполняются с плоской (ГОСТ 13440-68) (рис. 5, а), насеченной (ГОСТ 13442-68) (рис. 5, б) и сферической (ГОСТ 13441-68) (рис. 5, в) головками. Примеры крепления постоянных опор приведены на рис. 5.

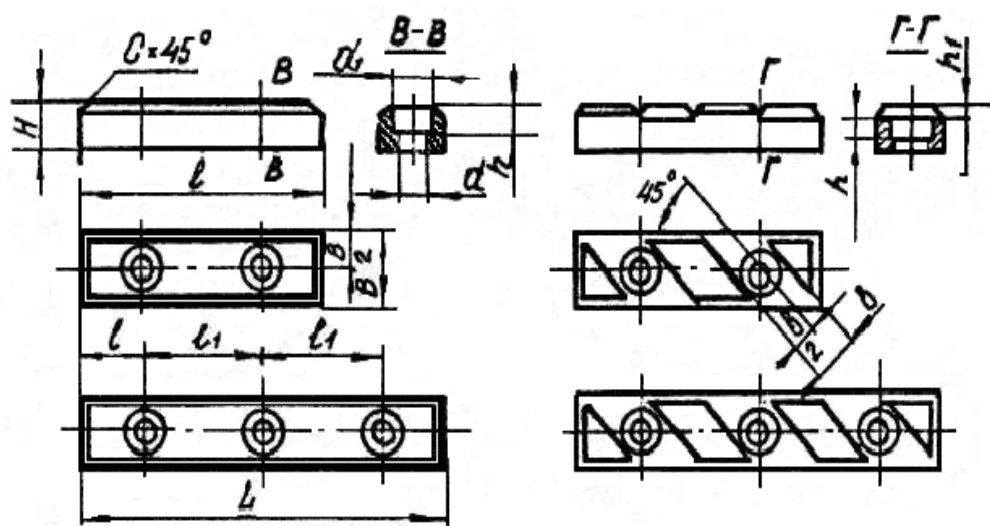


Рисунок 2. –
Пластины
опорные:
а – плоские;
б – с косыми
пазами.

Диаметр опор нужно выбирать в соответствии с площадью базы (чтобы в сравнении с размером базы поверхность опоры можно было принять за точку).

На корпусе приспособления в местах установки опор предусматриваются площадки, которые обрабатываются одновременно (за одну установку корпуса).

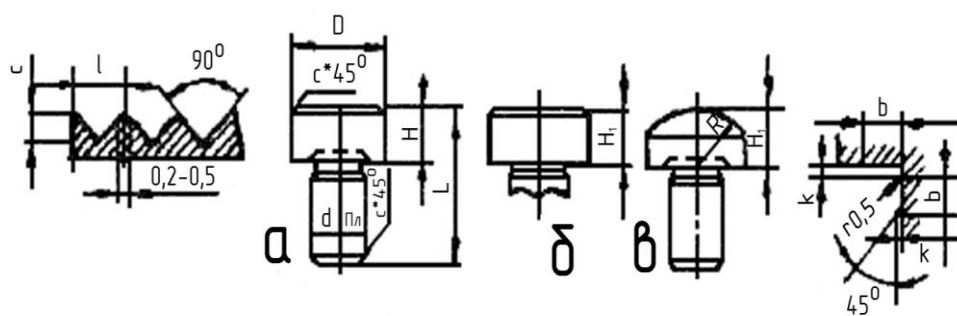
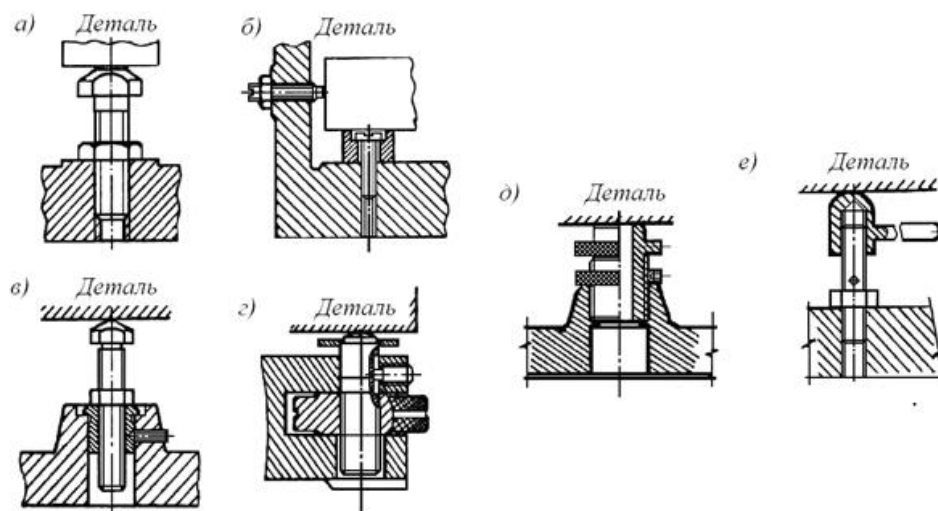


Рисунок 5. -
Конструкция
постоянных
опор: а – с
плоской голов-
кой; б – с насе-
ченной головка;
в – со сфериче-
ской головкой.

Рисунок 6. -
Опоры регули-
руемые:
а, б, в) регули-
руемые непо-
движные;
г, д, е) регули-
руемая подвиж-
ные.



1.4.4. Способы базирования деталей с главной базой, имеющей форму наружной цилиндрической поверхности

Наружную цилиндрическую поверхность рекомендуется выбирать в качестве главной базы для деталей типа обечаек, валов, труб, втулок и т. п. Осуществить базирование цилиндрической поверхности – значит совместить ее с какой-то заданной линией в приспособлении. При базировании деталей наружной цилиндрической поверхностью она лишается четырех степеней свободы. У нее остаются две степени свободы: возможность перемещаться вдоль оси и вращения относительно оси базы.

Рекомендуются следующие способы базирования, различающиеся по точности, эксплуатационными удобствами и областями применения: на призму, с помощью двух полуvtулков, с помощью самоцентрирующего устройства.

Базирование на призму может быть использовано для обработанных и необработанных баз неограниченной длины. Данный способ отличается простотой выполнения базирования и универсальностью. Конструкции призм разнообразны. Некоторые из них стандартизованы (ГОСТ 12195-66, 12196-66, 12197-66) и показаны на рис. 7 и 8.

Опорные поверхности призмы располагаются под углом γ , равным 60, 90 и 120°, чаще $\gamma=90^\circ$. Размеры призм устанавливаются в зависимости от диаметра детали D : высота призмы h равна до 0,8 D , ширина призмы:

$$M=1,41D - 2(H-h), \text{ для } \gamma = 90^\circ$$

$$M=2D - 3,46(H-h), \text{ для } \gamma = 120^\circ,$$

где, H – расстояние между основанием призмы и центром D , обычно H принимается равным до $1,0 D$.

При большой длине базы на корпусе приспособления устанавливаются две призмы таким образом, чтобы база ложилась на призмы концами: возможно применение одной призмы с двумя призматическими участками (см. рис. 9).

При изготовлении деталей с необработанной базой применяют призмы с узкими участками установочными поверхностями.

Призмы могут быть жесткие и регулируемые, открытые (без винтовых прижимов) и с винтовыми прижимами. Основные размеры призм с винтовыми прижимами показаны на рис. 10.

В сборочно-сварочных цехах с широким диапазоном изготавливаемых цилиндрических изделий мелких размеров целесообразно применение регулируемых призм. Такая призма показана на рис. 11. Она состоит из основания 1, левой 2 и правой 3 щек, винта 4, стоек 5 и винтов 6. Основные размеры регулируемых призм даны в табл. 7, 8.

Таблица 7. - Основные размеры регулируемых призм, мм.

Номер призмы	D	H	h	l	b	h_1	b_1	L_1
1	50	38	28	27	27	16	22	64
2	100	66	32	52	52	18	24	120
3	150	93	35	77	77	20	26	174
4	200	122	42	102	102	24	32	230
5	250	149	48	127	127	28	36	280
6	300	178	56	152	152	32	40	340

Таблица 8. - Основные размеры регулируемых призм, мм.

D	$d_{пл}$	H	h	L	C	l	K	b	R
6	4	3...6	3...6	8...11	0.8	1.0	0.25	0.8	6
8	6	4...8	4...8	12...16	0.8	1.2	0.25	0.8	8
12	8	6...12	6...12	16...22	1.0	1.2	0.5	1.5	12
16	10	8...16	8...16	20...28	1.5	1.5	0.5	1.5	16
20	12	10...20	10...20	25...35	2.0	1.5	0.5	2.0	20
25	16	12...25	12...25	32...45	2.0	2.0	0.5	2.0	24
30	20	16...30	16...30	42...55	2.5	2.0	0.5	2.5	30
40	24	20...40	20...40	50...70	3.0	2.0	0.5	2.5	40
Материал для $D \leq 12$ мм – сталь У8А, для $D \geq 12$ мм – сталь 15 и 20. Термообработка: сталь У8А калий, HRC 50-80; сталь 15 и 20 цементировать и калий, HRC 55-60									

1.4.5. Призмы опорные

Призмой опорной - называют установочный элемент с рабочей поверхностью в виде паза, образованного двумя плоскостями, наклоненными друг к другу под углом 90° .

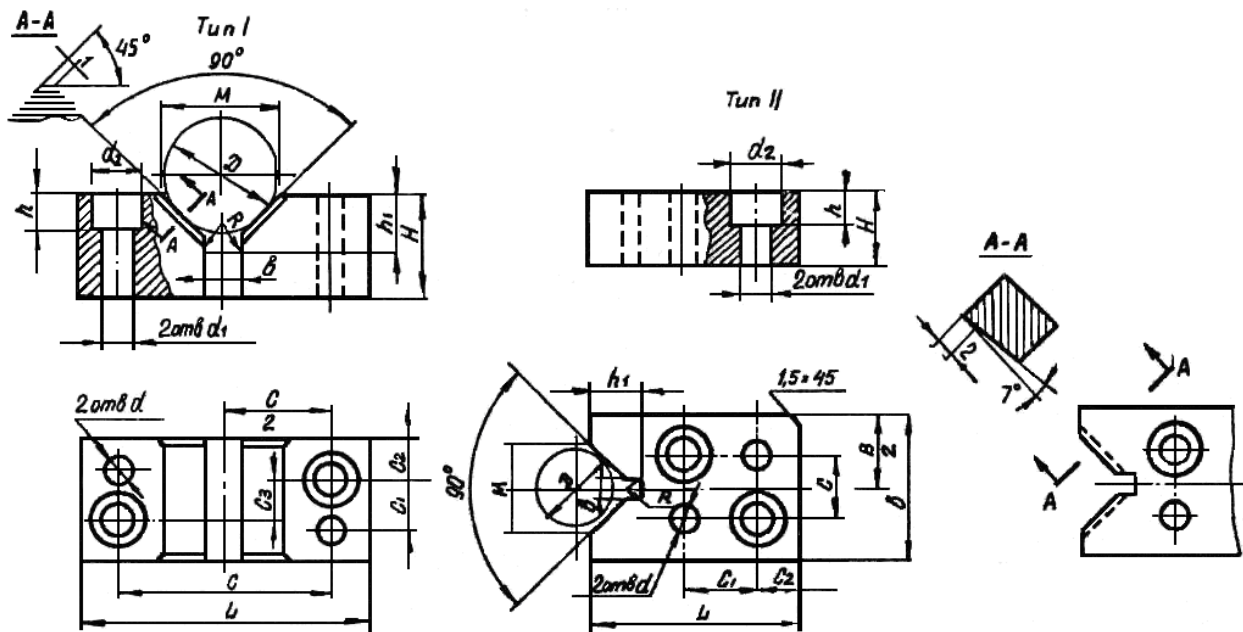


Рисунок 7. - Призмы опорные узкие.

Диаметр заготовки D	Тип призмы	L	B	H	M	C	C ₁	C _a	C ₃	d	d ₁	d ₂	h	h ₁	b	R
Св. 10 до 15	I	35	20	12	14	24	8	7	6	4	5,5	8	5,5	7	4	1
	II		24			10	14		-	5	7,0	10	7,0			

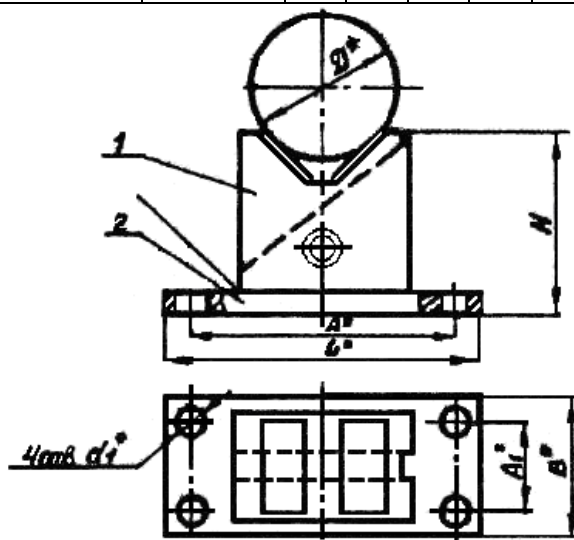


Рисунок 8. – Призмы опорные.

D	d ₁ *	B	H	A*	A ₁ *	L*	Масса, кг
От 20 до 40	41	60	80	100	40	120	1,726
Св.40 до 80	13	72	107	745	47	170	4,348
Св.80 до 120	17	80	134	205	50	235	6,977

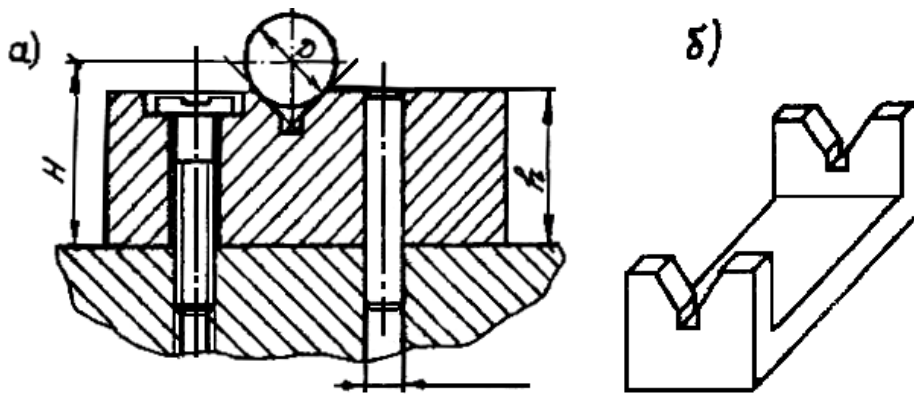
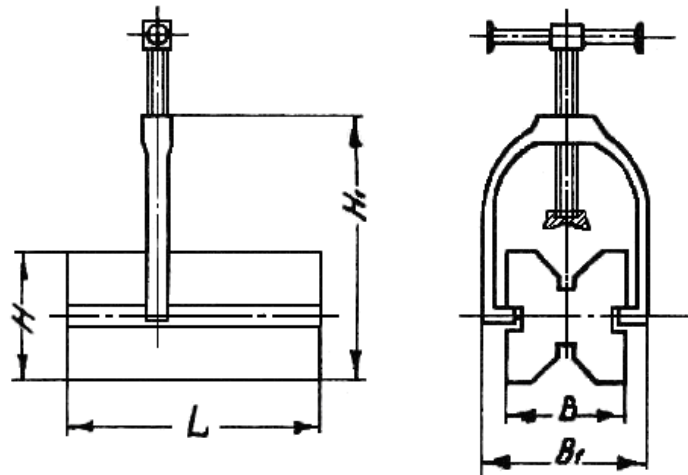


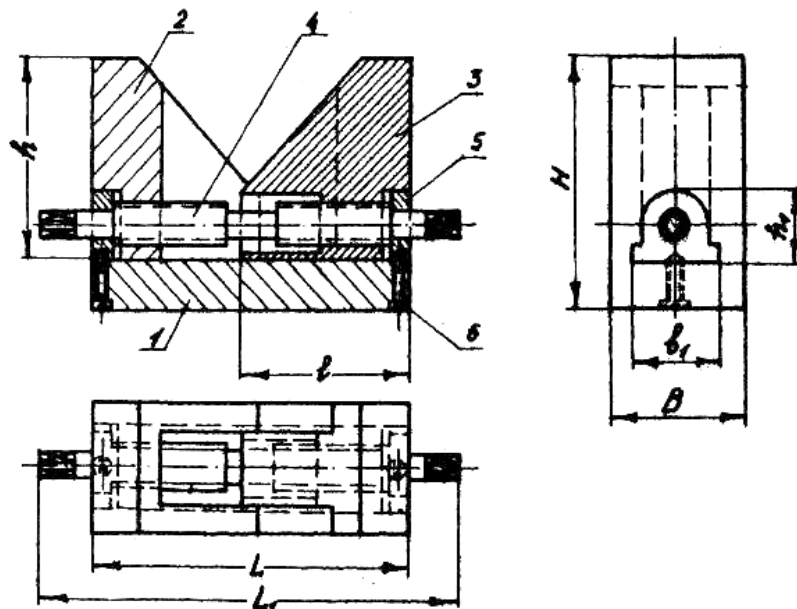
Рисунок 9. -
Призма с двумя
призматическими
участками

Рисунок 10. – Призмы с
винтовыми прижимами.



№ призмы	L	H	H ₁	B	B ₁
1	200	100	260	120	150
2	300	140	300	140	170

Рисунок 11. - Призма ре-
гулируемая: 1 – основа-
ние; 2 – левая губка;
3 – правая губка;
4 – винт; 5 – упорная
гайка; 6 – фиксатор.



Базирование с помощью двух полуштуков целесообразно применять для тонкостенных оболочек, труб, теряющих устойчивость при базировании на призму и имеющих обработанную поверхность.

В качестве опорного элемента при данном способе (рис. 12) используют

две полуштулки. Полуштулка 1 жестко закрепляется на корпусе приспособления в требуемом положении, а полуштулка 2 подвижна и служит одновременно для базирования и закрепления детали.

Отверстия в полуштулках рассчитываются с отклонениями по Н7 или Н9 по СТСЭВ 144-75 в приспособлении в сборе при зазоре t между полуштулками, который необходим для того, чтобы можно было закрепить деталь, сближая подвижную полуштулку 2 с неподвижной 1. при данном способе базирования диаметр отверстия втулок D_{\min} равен диаметру базы d_{\max} .

Полуштулки не стандартизованы: их конструкция соответствует конкретным условиям. Длина полуштулок выбирается равной $(0,1 \dots 1,5) D$, где D – номинальный диаметр базы, мм.

Самоцентрирующее устройство может быть использовано для базирования деталей как обработанной, так необработанной поверхностями. Основное преимущество самоцентрирующих устройств состоит в том, что при установке в них погрешность базирования оси базы равна нулю. Однако при необработанной базе может иметь место погрешность базирования из-за погрешности формы базы. Самоцентрирующим называется устройство, опорные поверхности которого подвижны и связаны между собой так, что могут одновременно и с равным перемещением приближаться к оси устройства или удаляться от нее. При этом они надежно центрируют закрепленную деталь. Опорные поверхности самоцентрирующих устройств могут быть выполнены, как показано на рис. 13. с тремя кулочками, с двумя призматическими кулочками или в виде наружного центриатора. Для перемещения опорных элементов в радиальном направлении служат различные механизмы: спирально-реечные, рычажные, клиновые, винтовые, пневматические.

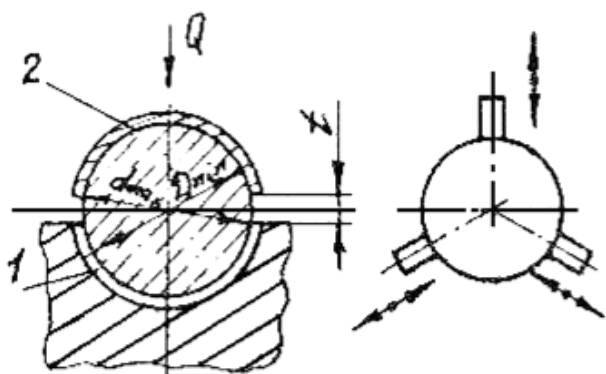


Рисунок 12. - Базирование с помощью двух полуштулок: 1 – нижняя прокладка; 2 – верхняя прокладка.

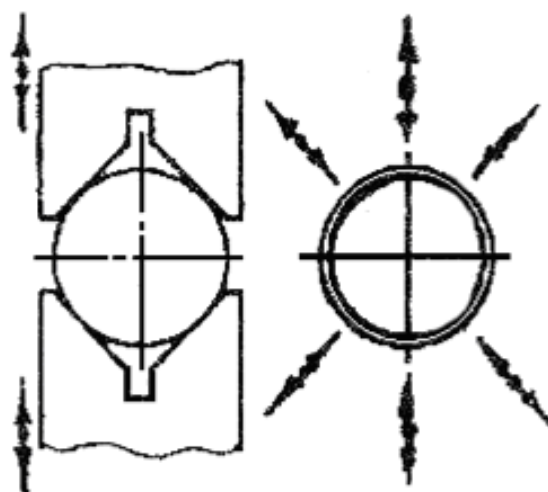


Рисунок 13. - Самоцентрирующие устройства в виде наружного центриатора.

Цилиндрические отверстия деталей и изделий в отдельных случаях целесообразно использовать в качестве главной базы.

Осуществить базирование детали отверстием – это значит совместить его ось с какой-то заданной линией в приспособлении. Наибольшее распространение

ние получили следующие способы базирования: на цилиндрических оправках (пальцах), на коническую поверхность с малой конусностью и с помощью самоцентрирующего устройства.

Базирование на цилиндрических пальцах рекомендуется применять только для деталей с отверстиями, обработанными по 9...6-му квалитетам по СТ СЭВ 14.4-75 (по 1...3-му классам точности по ГОСТу), иначе получаются большие погрешности и перекося оси базы.

Чтобы перекося оси базы не превышал допустимых пределов, длину оправки (пальца) принимают равной $1,5D$, где D – номинальный диаметр базы, мм.

Установочные пальцы стандартизованы: цилиндрические по ГОСТ 12209-66 (рис. 14, а), срезанные по ГОСТ 12210-66 (рис. 14, б).

Базирование с помощью самоцентрирующего устройства аналогично базированию деталей наружной цилиндрической поверхностью в самоцентрирующее устройство. Могут быть использованы самоцентрирующие устройства тех же конструктивных типов, например, с тремя кулачками, показано на рис. 15. при данном способе базирования погрешность оси базы практически равна нулю.

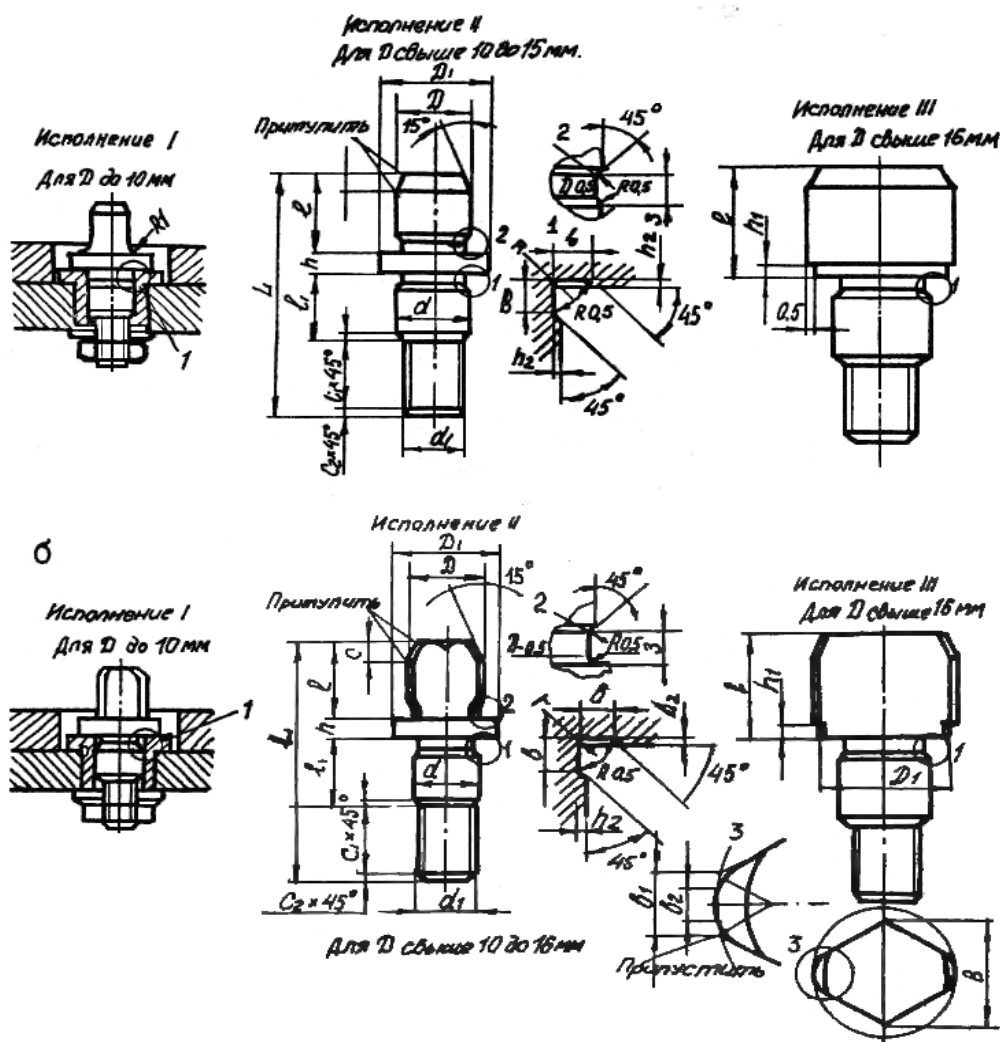


Рисунок 14. -
Пальцы устано-
вочные смен-
ные: а – цилин-
дрические;
б – срезанные.

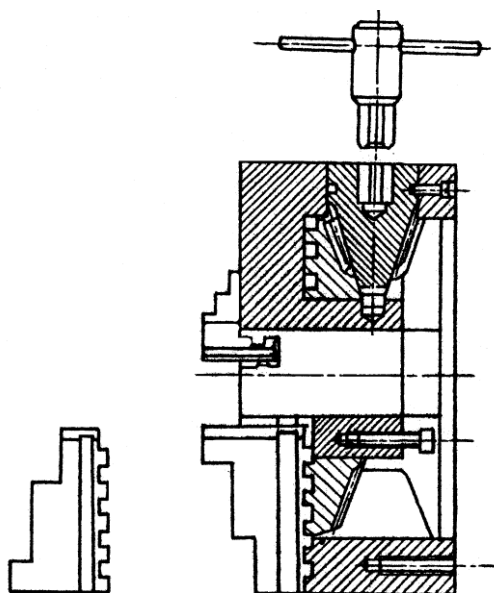


Рисунок 15. - Самоцентрирующийся патрон с тремя кулачками.

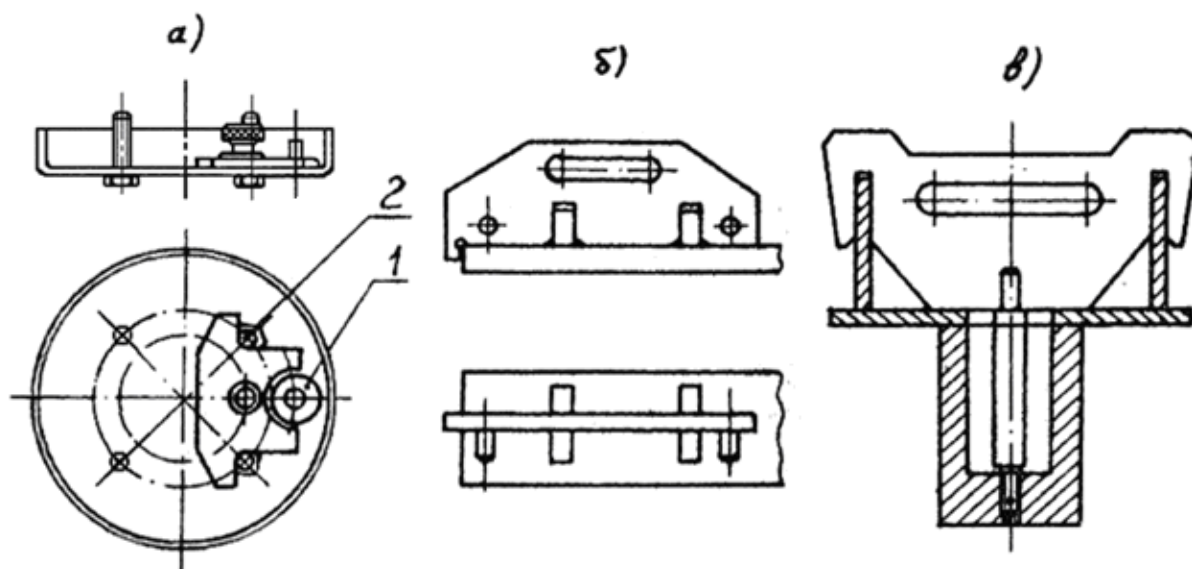


Рисунок 16. – Шаблоны: а) для установки фланца; б, в) для установки ребер, перегородок и других деталей.

1.4.6. Способы базирования деталей по шаблонам

Шаблоны предназначены для фиксирования устанавливаемых при сборке или сварке деталей по другим деталям в этом узле, либо базовым поверхностям, либо по каким-либо опорным контурам изделия. Основные типы шаблонов приведены на рис. 16. Шаблон (рис. 16, а) служит для установки фланца 1 по цилиндрической части двух болтов 2. Шаблоны, представленные на рис. 16, б, в предназначены для установки ребер, перегородок и других деталей в данном узле.

1.4.7. Правила базирования деталей и изделий группой баз

В типовых способах базирования, рассмотренных выше, применяются только главные базы. При использовании как главных, так и дополнительных

баз необходима корректировка, иначе возникает большая погрешность базирования, а в ряде случаев отдельные детали вообще не удастся поставить в приспособление.

При базировании заготовок группой баз необходимо учитывать не только погрешность размера и формы каждой базы, но и погрешность взаимного расположения баз.

Погрешности взаимного расположения баз можно не учитывать только при выборе способа базирования главной базы, так как она ориентируется первой из группы баз. Способ базирования дополнительных баз должен выбираться с учетом погрешностей их взаимного расположения, при этом необходимо руководствоваться следующим правилом: при базировании детали группой баз ни один опорный элемент не должен лишать ее тех степеней свободы, которых она уже лишена с помощью других опорных элементов.

Пользуясь этим правилом, разработку способа базирования группой баз необходимо вести в следующей последовательности:

1. Из группы баз выбирать главную.
2. Определить способ базирования главной базы данной формы.
3. Установить, каких степеней свободы будет лишена заготовка с помощью опорных элементов для базирования главной базы и какие элементы у нее останутся.
4. Последовательно выбирать способы базирования дополнительных баз, при этом, согласно правилу, нельзя допускать, чтобы опорные элементы базирования дополнительными базами дублировали функции опорных элементов базирования главной базы.

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- комплект документов технологического процесса (ТЛ - форма 1а – 1 шт.; МК – форма 2 – 1 шт., форма 2а – 2 шт.; ОК – форма 1а - 1 шт., форма 2а – 2 шт.; КЭ – форма 7 – 2 шт., форма 7а – 2 шт., ТК - форма по ГОСТ 3.1407-86);
- чертежи сварных узлов и комплект деталей, входящих в них (индивидуальное задание на курсовой проект);
- правила заполнения форм комплекта документов технологического процесса (приложение А).

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Назначение комплекта документов технологического процесса?
2. Основные формы комплекта документов технологического процесса?
3. Приведите определение, что такое маршрутный технологический процесс?
4. Приведите определение, что такое полный технологический процесс?
5. Для чего предназначена маршрутная карта технологического процесса?
6. Для чего предназначена карта эскизов технологического процесса?
7. Для чего предназначена операционная карта технологического процесса?

8. Какие параметры задаются на карте эскизов технологического процесса?

9. Какие параметры задаются на операционной карте технологического процесса?

10. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к сварке под флюсом?

11. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к газопламенной сварке?

12. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к лазерной сварке?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с конструкцией заданного индивидуального сварного узла и требованиями на его изготовление (по указанию преподавателя).

2. На основании разработанной операционной карты «ОК» (см. предыдущую лабораторную работу), выполнить на бланках карты эскизов (КЭ) или выбранной операционной карты (ОК) технологического процесса эскизы по соответствующим переходам операции.

3. На каждом эскизе проставить исполнительные размеры, выполняемые на соответствующем переходе.

4. На каждый эскиз (по необходимости) нанести маркировку выполняемых сварочных швов в соответствии с требованиями ГОСТ.

5. На каждый эскиз нанести схему базирования детали (узла) в приспособлении (стенде) в соответствии с требованиями ГОСТ.

2.2. Обработка результатов экспериментов

1. Заполнить операционную карту (ОК) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4) по выбранной операции.

2. Выполнить эскизы переходов операционной карты на карте эскизов (КЭ) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).

3. Выводы

Ознакомились методикой оформления комплекта документов сборно-сварочного технологического процесса изготовления заданного узла.

4. Оформление отчета

В отчете отразить:

- Тему лабораторной работы и ее цель;

- выполнить эскизы сварного узла заданной преподавателем операции технологического процесса с простановкой базовых поверхностей, исполнительных размеров и маркировкой швов;
- выполнить отдельно в виде произвольной таблицы последовательность сборки деталей в узле, с указанием основных параметров (вид шва, его размеры);
- сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: Расчет режимов сваривания на операции технологического процесса

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Приобрести практические навыки по расчету режимов сваривания на операции технологического процесса, освоить методику проектирования технологической документации.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо:

- изучить конструктивные особенности задаваемых индивидуально конструкций узлов и требования к точности изготовления данных изделий сваркой;
- изучить основные способы сборки и последовательность выполнения сварных соединений в задаваемом узле;
- изучить методические указания и рекомендуемую литературу по данному вопросу;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить таблицы для записи результатов расчета режимов сваривания и внести в них полученные данные;
- результаты расчета режимов сваривания внести в операционные карты по индивидуальному заданию (см. лабораторную работу №4).

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- методику заполнения комплекта технологических документов, формулы для расчета режимов сварки и других показателей отражаемых в нем;
- основные виды сварки, типы и конструктивные элементы сварных швов, модели сварочной и вспомогательной техники, и т.д.;
- правила техники безопасности при выполнении сварочных работ и инструкции по ней.

у м е т ь :

- выбрать тип сварного шва по ГОСТ применительно к применяемому способу сварки, марке и толщине свариваемого металла;
- анализировать и систематизировать литературные и экспериментальные данные по расчету режимов сварки, расходу и применению сварочных материалов и электроэнергии;
- расчленять конструкцию на узлы и под узлы;
- рассчитать режимы сварки, и остальные параметры для заполнения комплекта документов технологического процесса;
- оформить комплект документов технологического процесса в соответствии с требованиями стандартов и индивидуальным заданием.

1.3. Используемая литература

1. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. / С.А. Куркин, А.М. Хомов, А.М. Рыбальчук. – М. : Машиностроение, - 1989. – 335 с.
2. Березін, Л.Я. Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва: навчальний посібник / Л.Я. Березін, М.М. Хоменко, А.С. Карпенко. – Чернігів : ЧДТУ, 2003. - 142 с.
3. Гитлевич, А.Д. Альбом оборудования для заготовительных работ в производстве сварных конструкций.: учебн. пособие для курсов инструкторов сварщиков. / А.Д. Гитлевич, И.Н. Сухов, Д.В. Быховский [и др.]. - М. : Высшая школа, 1077. - 136 с.
4. Виноградов В.М. и др. Основы сварочного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепяхин, Н.Ф. Шпунькин. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 272 с.
5. Кудишин, Ю.И. и др. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений. / Ю.И. Кудишин. Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева [и др.]; под ред. Ю. И. Кудишина. - [11-е изд., стер.]. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 688 с.
6. Куркин, С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: учеб. для вузов. / В.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. - 398 с.
7. Логанов, ДТ. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств / Д. Т. Логанов, М. Т. Банников, Ю. К. Петропавловский [и др.]. - М. : Машиностроение, 1989. - 120 с.
8. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: учеб. пособие / Г.А. Николаев, С.А. Куркин, В.А. Винокуров. - М. : Высшая школа, 1983. - 344 с.
9. Куркин С.А. и Николаев Г.А. Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. – 344 с.
10. ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы и конструктивные элементы и размеры.
11. ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
12. ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

1.4. Методические указания

1.4.1. Общие положения

Выполнять расчет режимов сварки швов, необходимо исходя из условия индивидуального задания (см. лабораторную работу 4) и назначенных студентом видов сварных швов для заданного узла.

1. Для примера привести расчет режима сварки стыкового или углового шва сварной конструкции, для чего сделать эскиз этого соединения в соответствии с типом соединения по ГОСТу на выбранный вид сварки.

2. Основные типы соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80 – «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы и конструктивные элементы и размеры».

3. Основные типы соединений, выполняемых под флюсом, по ГОСТ 8713-79 – «Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

4. Основные типы соединений, выполняемых в среде защитных газов по ГОСТ 14771-76 – «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры».

5. Результаты расчетов режимов сварки следует занести в таблицу.

1.4.2. Расчет режимов ручной дуговой сварки

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающую получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

I. При ручной дуговой сварке основными параметрами режима являются:

1. Диаметр электрода, $d_{эл}$, мм.
2. Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
3. Напряжение на дуге, U_d , В.
4. Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.

Дополнительными параметрами режима являются:

5. Род тока.
6. Полярность тока (при постоянном токе).

II. Расчет режима сварки швов стыковых соединений.

Швы стыковых соединений могут выполняться с разделкой и без разделки кромок по ГОСТ 5264-80.

Диаметр электрода ($d_{эл}$) при сварке швов стыковых соединений выбирают в зависимости от толщины свариваемых деталей. При выборе диаметра электрода при сварке стыковых швов в нижнем положении следует руководствоваться данными табл. 1.

При сварке многослойных швов на металле толщиной 10...12 мм и более первый слой должен свариваться электродами на 1 мм меньше, чем указано в табл. 1, но не более 5 мм (чаще всего 4 мм), так как применение электродов больших диаметров не позволяет проникнуть в глубину разделки для провара корня шва.

При определении числа проходов следует учитывать, что сечение первого прохода не должно превышать 30...35 мм² и может быть определено по формуле:

$$F_{II} = (6...8) \cdot d_{эл}^2, \text{ мм}^2,$$

последующих проходов по формуле:

$$F_C = (8...12) \cdot d_{эл}^2, \text{ мм}^2,$$

где, F_H – площадь поперечного сечения первого прохода, мм²;
 F_C – площадь поперечного сечения последующих проходов, мм²;
 $d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Таблица 1. - Рекомендуемые диаметры электродов при сварке стыковых швов в нижнем положении, мм.

Толщина свариваемых деталей, в мм.	Рекомендуемый диаметр электрода, $d_{эл}$, мм
1,5	1,6
2,0	2,0
3,0	3,0
4...5	3,0...4,0
6...8	4,0
9...12	4,0...5,0
13...15	5,0
16...20	5,0...6,0
21...24	6,0...10,0

Для определения числа проходов и массы наплавленного металла требуется знать площадь сечения швов.

III. Площадь сечения стыкового шва (F_H) с V – образной разделкой и с подваркой корня шва (рис. 1) определяется как сумма геометрических фигур:

$$F_C = F_1 + F_2 + F_3 + 2 \cdot F_4, \text{ мм}^2,$$

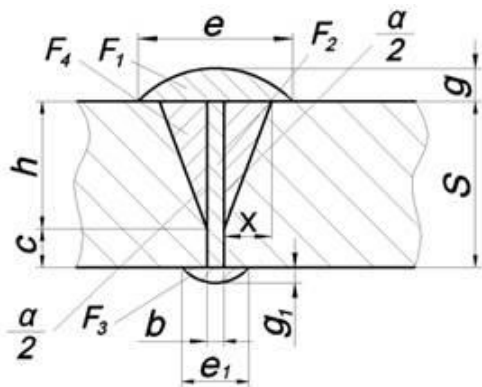


Рисунок 1. - Геометрические элементы площади сечения стыкового шва:
 S – толщина металла, мм; h – глубина проплавления, мм; c – величина притупления, мм; e – ширина шва, мм; e_1 – ширина подварки корня шва, мм; b – величина зазора, мм; g – высота усиления шва, мм; g_1 – высота усиления подварки корня шва, мм; α – угол разделки кромок.

Площадь сечения одностороннего стыкового шва:

1. Выполненного без зазора можно определить по формуле:

$$F_1 = 0,75 \cdot e \cdot q, \text{ мм}^2, \quad F_3 = 0,75 \cdot e_1 \cdot q_1, \text{ мм}^2,$$

где, e – ширина шва, мм;

e_1 – ширина подварки корня шва, мм;

q – высота усиления шва, мм;

q_1 – высота усиления подварки корня шва, мм;

2. Выполненного с зазором в соединении по формуле:

$$F_2 = S \cdot b, \text{ мм}^2, \quad F_1 + F_2 = 0,75 \cdot e \cdot q + S \cdot b, \text{ мм}^2,$$

где, S – толщина свариваемого металла, мм;

b – величина зазора в стыке, мм.

Площадь прямоугольных треугольников (F_4) определяют по формуле:

$$F_4 = h \cdot x / 2, \text{ мм}^2,$$

где, h – глубина проплавления, мм;

$$h = (S - c), \text{ мм}, \quad x = h \cdot \tan \alpha / 2.$$

При Х-образной разделке площадь наплавленного металла подсчитывают отдельно для каждой стороны разделки.

Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла (F_H), а также площадь поперечного сечения первого (F_H) и каждого из последующих проходов шва (F_C), находят общее число проходов « n » по формуле:

$$n = (F_H - F_H / F_C) + 1.$$

Полученное число округляют до ближайшего целого.

IV. Расчет сварочного тока (I_{CB}) при ручной дуговой сварке производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока по формуле:

$$I_{CB} = F_{эл} \cdot j = \left(\pi \cdot \frac{d_{эл}^2}{4} \right) \cdot j, \text{ А},$$

где, j – допустимая плотность тока, А/мм² (табл. 2);

$F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, мм²;

$d_{эл}$ – диаметр электрода, мм.

Сварочный ток определяется для сварки первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов.

Допустимая плотность тока зависит от диаметра электрода и вида покрытия, чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения (табл. 2).

Таблица 2. - Допустимая плотность тока в электроде при ручной дуговой сварке.

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм				
	2	3	4	5	6 и более
Основное	15,0...20,0	13,0...18,5	10,0...14,5	9,0...12,5	8,5...12,0
Кислое, рутиловое	14,0...20,0	13,5...19,0	11,5...15,0	10,0...13,5	9,5...12,5

V. Напряжение на дуге (U_d) при ручной дуговой сварке изменяется в пределах 20...36 В и при проектировании технологических процессов ручной дуговой сварки не регламентируется, поэтому напряжение на дуге следует принять конкретное.

VI. Скорость перемещения дуги (скорость сварки) (V_{CB}) следует определять по формуле:

$$V_{CB} = (L_H \cdot \frac{I_{CB}}{\gamma} \cdot F_H) \cdot 100, \text{ м/ч},$$

где, L_H – коэффициент наплавки, г/ А·ч; (табл. 3)

γ – плотность наплавленного металла, (7810 кг/м³ – для стали 45);

I_{CB} – сила сварочного тока, А;

F_H – площадь поперечного сечения наплавленного металла, м².

Скорость перемещения дуги (скорость сварки) определяют для первого прохода и последующих проходов только при сварке многопроходных швов.

Таблица 3. - Коэффициенты наплавки для различных марок электродов.

Марка электрода	Ток и полярность	Напряжение на дуге, В	Коэффициент наплавки, г/А·ч
УОНИИ 13/45	Постоянный, прямой полярности	20...25	8,0
УОНИИ 13/55	22...26	7,0...8,0	
ЦМ - 7	27...30	10,0	
АНО – 4С	Переменный	32...34	8,0...8,3

VII. Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести в табл. 4.

Таблица 4. - Режимы стыкового шва при ручной дуговой сварке.

Сварка	Режимы сварки			
	$d_{эл}$, мм	I_{CB} , А	U_d , В	V_{CB} , м/ч
Первого прохода				
Последующих проходов				

Ориентировочные режимы ручной дуговой сварки стыковых швов без скоса кромок при односторонней и двухсторонней сварке приведены в приложении Б.

1.4.3. Расчет режимов сварки в среде углекислого газа швов стыковых соединений

Швы стыковых соединений могут выполняться как с разделкой, так и без разделки кромок.

I. Диаметр электродной проволоки ($d_{эл}$) выбирается в зависимости от толщины свариваемых деталей. При выборе диаметра электродной проволоки при сварке швов в нижнем положении следует руководствоваться данными табл. 8.

II. Сила сварочного тока (I_{CB}) выбирается в зависимости от глубины провара (h) и определяется по табл. 9.

III. Глубина провара (h) при сварке с первой стороны определяется по формуле:

$$h = (S / 2) \pm I, \text{ мм},$$

где, S – толщина свариваемых деталей, мм.

IV. Напряжение на дуге (U_d) выбирается по табл. 10.

Таблица 8. - Выбор диаметра электродной проволоки для сварки швов стыковых соединений.

Толщина металла, мм	Форма подготовки кромок	Зазор в стыке, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Число проходов
0,8...1,0	Встык, без разделки кромок	0...1,0	0,8	
1,5...2,0	0...1,0	1,0		
2,5...3,0	0...1,5	1,2		
3,5...4,0	0...1,5	1,2		
4,5...6,0	0...2,0	2,0		
7,0...8,0	0,5...2,0	2,0		
9,0...10,0	0,5...2,5	2,0		
11,0...12,0	1,0...3,0	2,0		
13,0...14,0	V – образная односторонняя	1,0...2,5	2,0	
15,0...16,0	1,0...2,5	2,0		
17,0...18,0	V – образная двусторонняя	1,0...2,5		
19,0...20,0	1,5...2,5	2,0		
21,0...22,0	1,5...2,5	2,0		
23,0...24,0	1,5...2,5	3,0		
25,0...28,0	1,5...2,5	3,0		

Таблица 9. - Определение сварочного тока в зависимости от глубины провара.

Толщина свариваемых деталей, мм	Формула определения сварочного тока, А
Меньше или равна 2	$I_{CB} = (90...100) \cdot h$
Меньше и равна 5	$I_{CB} = (80...90) \cdot h$
Больше 5	$I_{CB} = (70...80) \cdot h$

Таблица 10. - Напряжение на дуге в зависимости от силы сварочного тока.

Сила сварочного тока, (I_{CB}) А	Напряжение на дуге, (U_d) В
1	2
50...100	17...20
120...150	21...23
160...200	24...27
210...250	25...30
260...300	30...34
310...450	32...34
460...500	32...34

V. Скорость сварки (V_{CB}) определяют по табл. 11.

VI. Расход углекислого газа (q_r) выбирают по данным табл. 12 в зави-

симости от марки свариваемого металла и толщины металла.

Таблица 11. - Определение скорости сварки в зависимости от диаметра электродной проволоки.

Диаметр электродной проволоки, мм	Формула для определения скорости сварки, м/ч
0,8...1,6	$V_{CB} = \frac{5000 - 6000}{I_{CD}}$
1,8...2,6	$V_{CB} = \frac{8000 - 12000}{I_{CD}}$
3,0...4,0	$V_{CB} = \frac{20000 - 25000}{I_{CD}}$

Таблица 12. - Расход углекислого газа в зависимости от толщины свариваемого металла стыкового соединения.

Толщина металла, мм	Расход углекислого газа, (q_r) л/мин
1,0...3,0	8...10
4,0...8,0	15...16
9,0...12,0	18...20
13,0...28,0	24...25

VII. Результаты расчета режима сварки стыкового шва следует занести в табл. 13.

1.4.4. Расчет режима сварки в среде углекислого газа угловых швов сварных соединений

I. При сварке угловых швов диаметр электродной проволоки ($d_{эл}$) выбирается в зависимости от толщины металла по табл. 14.

II. Напряжение на дуге (U_d), силу тока (I_{CB}), скорость сварки (V_{CB}) определяют по рис. 2.

В качестве примера приведена номограмма для определения режимов полуавтоматической сварки в среде углекислого газа угловых швов диаметром электродной проволоки 1,6 мм. Для других диаметров электродной проволоки будет своя номограмма и свой эскиз соединения.

Чтобы определить режим сварки, обеспечивающий необходимый катет шва, выбирают точку, лежащую на линии заданного катета (K_p), в области, ограниченной штриховыми линиями, в зависимости от того, какой шов требуется получить: **вогнутый, плоский или выпуклый**.

Из этой точки провести линии на ось ординат, где получим значение сварочного тока, и ось абсцисс, где получим значение скорости сварки.

Напряжение на дуге берется в ближайшем прямоугольнике.

III. Расход углекислого газа выбирается по табл. 15.

IV. Результаты определения режимов сварки угловых швов следует

Таблица 13. - Режимы сварки стыкового шва и его размеры в среде углекислого газа.

Толщина металла S , мм	Эскиз соединения	Параметры режима	Расход газа, q_{Γ} , л/мин	Число проходов "п"
Диаметр электрода $d_{эл}$, мм	Сила сварочного тока, $I_{св}$ А	Напряжение на дуге, U_d , В	Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч	Катет шва, мм

Таблица 14. - Выбор диаметра электродной проволоки для сварки угловых швов.

Толщина металла, мм	Форма подготовки кромок	Катет шва, мм	Зазор в стыке, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Число проходов «п»
0,8...1,0	Угловое, без разделки кромок			0,5...1,0	
1,5...2,0	2...3		0,8...1,2		
3,0...4,0	3...6		1,2		
4,0...5,0	5...6		1,2...1,6		
5,0...6,0	5...6		2,0		
7,0...8,0	6...9		2,0		
9,0...10,0	9...11		2,0		
11,0...13,0	11...14		2,0		
14,0...16,0	13...16		2,0...2,5		
17,0...20,0	20...22	1,5	2,0...2,5		
21,0...28,0	24...27	1,5	2,0...3,0		

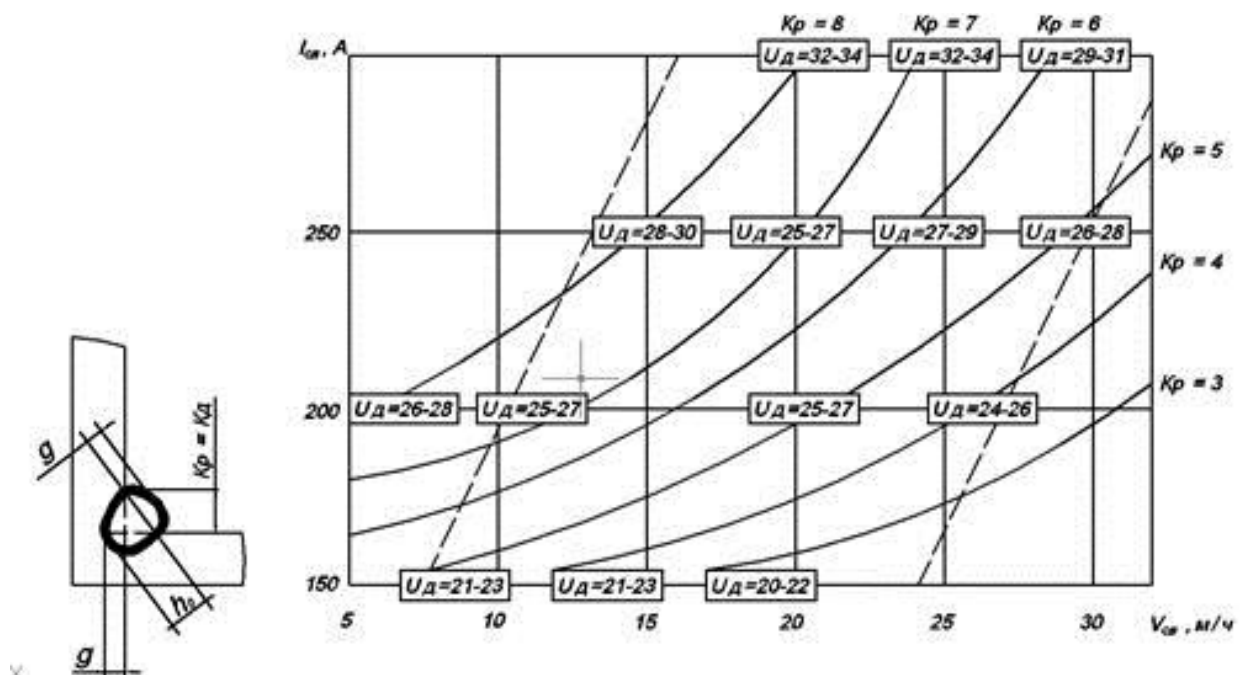


Рис.2. - Номограмма для определения режимов полуавтоматической сварки в среде углекислого газа угловых швов диаметром электродной проволоки 1,6 мм.

занести в табл. 16.

Таблица 15. - Расход углекислого газа в зависимости от толщины свариваемого углового соединения.

Толщина металла, S мм	Расход углекислого газа, q_{Γ} л/мин
0,8...4,0	9...12
5,0...8,0	12...18
9,0...16,0	18...20
17,0...20,0	20...22
21,0...28,0	22...24

Таблица 16. - Режимы сварки углового шва и его размеры в среде углекислого газа.

Толщина металла S , мм	Эскиз соединения	Параметры режима	Расход газа, q_{Γ} , л/мин	Число проходов "п"
Катет шва, мм	Диаметр электрода $d_{эл}$, мм	Сила сварочного тока, $I_{св}$ А	Напряжение на дуге, $U_{д}$, В	Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч

Ориентировочные режимы сварки в среде углекислого газа приведены в приложении В.

1.4.5. Расчет режима механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки под слоем флюса

Конструктивные элементы подготовки кромок и виды сварных соединений (**стыковые, угловые, тавровые, нахлесточные**) для автоматической и механизированной сварки под слоем флюса регламентированы ГОСТ 8713-79.

I. Основными параметрами режима автоматической и механизированной сварки под слоем флюса, оказывающим влияние на размеры и форму шва, являются:

1. Диаметр электродной (сварочной) проволоки, $d_{эл}$, мм.
2. Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
3. Напряжение на дуге, $U_{д}$, В.
4. Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.
5. Скорость подачи электродной проволоки, $V_{пл}$, м/ч..

Дополнительными параметрами режима являются:

6. Род тока.
7. Полярность тока (при постоянном токе).
8. Марка флюса.

1.4.5.1. Расчет режима сварки швов стыковых соединений

I. Расчет режима сварки начинают с того, что задают требуемую **глубину провара (h)** при сварке с первой стороны, которая устанавливается равной:

$$h = \left(\frac{S}{2} \right) \pm (1...3), \text{ мм},$$

где, S – толщина металла, мм.

II. Силу сварочного тока (I_{CB}), необходимую для получения заданной глубины проплавления основного металла, рассчитывают по формуле:

$$I_{CB} = (80...100)h, \text{ А}.$$

III. Диаметр сварочной проволоки ($d_{эл}$) рассчитывают по формуле:

$$d_{эл} = 2\sqrt{I_{CB} \cdot j \cdot \pi}, \text{ мм},$$

где, j – допустимая плотность тока, А/мм², (табл. 17);

I_{CB} – сила сварочного тока, А.

Таблица 17. - Допускаемая плотность тока в электродной проволоке при автоматической сварке стыковых швов.

Диаметр электродной проволоки, мм	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5...4,0
Допускаемая плотность тока, А/мм ²	25...45	30...50	35...60	45...90	65...200	90...400

IV. Напряжение на дуге (U_d) принимают для стыковых соединений в пределах 32...40 В. Большему току и диаметру электрода соответствует большее напряжение на дуге. Необходимо выбрать конкретное напряжение.

Определяют коэффициент наплавки (L_H), который **при сварке постоянным током обратной полярности**:

$$L_H = 11,6 \pm 0,4, \text{ г/А ч};$$

а при сварке на постоянном токе прямой полярности и переменном токе по формуле:

$$L_H = A \pm \left(B \cdot \frac{I_{CB}}{d_{эл}} \right), \text{ г/А ч};$$

где I_{CB} – сила сварочного тока, А;

$d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

A, B – поправочные коэффициенты, (табл. 18).

Скорость сварки (V_{CB}) электродной проволокой диаметром 1...3 мм определяют по формуле:

$$L_H = \frac{(8...12) \cdot 10^3}{I_{CB}}, \text{ м/ч};$$

а электродной проволокой диаметром 4...6 мм по формуле:

$$L_H = \frac{(20...30) \cdot 10^3}{I_{CB}}, \text{ м/ч};$$

V. Скорость подачи сварочной проволоки ($V_{\text{шп}}$) определяют по формуле:

$$V_{\text{шп}} = 4 \cdot L_H \cdot I_{\text{св}} / \Pi \cdot d_{\text{эл}}^2, \text{ м/ч},$$

где, L_H – коэффициент наплавки, г/А·ч;

Таблица 18. - Значения коэффициентов А и В.

Марка флюса	Коэффициент А		Коэффициент В	
	Постоянный ток прямой полярности	Переменный ток	Постоянный ток прямой полярности	Переменный ток
АН-348А	2,3	7,0	0,065	0,040
АН-348	2,8	7,3	0,095...0,12	0,048...0,058
АН-348Ш	1,4	6,0	0,081	0,038

VI. Результаты, расчетов режима сварки стыковых соединений следует занести в табл. 19.

Таблица 19. - Режимы сварки стыкового шва и его размеры при автоматической сварке.

Зазор в стыке, мм	Режимы сварки				
	Диаметр электрода, $d_{\text{эл}}$, мС	Сила сварочного тока, $I_{\text{св}}$, А	Напряжение на дуге, U_d , В	Скорость сварки, $V_{\text{св}}$, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки $V_{\text{шп}}$, м/ч

1.4.5.2. Расчет режима сварки угловых швов сварных соединений

I. Площадь поперечного сечения (F_H) наплавленного металла, которая для шва без выпуклости высоты усиления определяется по формуле:

$$F_H = K^2 / 2, \text{ мм}^2,$$

где, K – катет шва, мм;

а для шва с выпуклостью (с высотой усиления) по формуле:

$$F_H = K^2 / 2 + 1,05 K \cdot q, \text{ мм}^2,$$

где, q – выпуклость углового шва величины усиления, мм.

Угловые швы с малым катетом ($K=3...4$ мм) можно получить при использовании проволоки диаметром 2 мм; швы с катетом ($K=5...6$ мм), получают при сварке проволокой диаметром 4...5 мм. Сварка диаметром более 5 мм не обеспечивает необходимого провара вершины углового шва и поэтому практического применения не находит, максимальный катет углового шва, который можно получить за один проход, независимо от диаметра электродной проволоки, равен 10 мм.

II. Для принятого диаметра электрода подбирают **плотность тока (j)** по табл. 20, а затем определяют **силу сварочного тока ($I_{\text{св}}$)** по формуле:

$$I_{CB} = \left(\pi \frac{d_{CB}^2}{4} \right) \cdot j, \text{ А},$$

где, j – допускаемая плотность тока в электродной проволоке, А/мм² (табл. 20);

Таблица 20. - Допускаемая плотность тока в электродной проволоке при сварке угловых швов.

Диаметр электродной проволоки, мм	2,0	4,0	5,0	6,0
Допускаемая плотность тока, А/мм ²	30...40	35...50	50...85	60...150

III. Зная величину сварочного тока и диаметр электродной проволоки, устанавливают оптимальное **напряжение на дуге** (U_d).

При этом следует выбирать значения напряжения на дуге ближе к нижнему пределу диапазона оптимальных напряжений.

Таблица 21. - Зависимость напряжения дуги от сварочного тока при сварке под флюсом.

Ток, А	Напряжение дуги, В, при диаметре проволоки			
	2 мм	4 мм	5 мм	6 мм
180...300	32...34	—	—	—
300...400	32...35	32...35	—	—
500...600	36...40	36...40	—	—
600...700	—	38...40	38...40	—
700...850	—	—	40...42	—
850...1000	—	—	40...43	42...46
1000...1200	—	—	40...44	40...48

IV. Зная площадь сечения наплавленного металла за один проход определяют **скорость сварки** (V_{CB}) по формуле:

$$V_{CB} = L_H \cdot \frac{I_{CB}}{F_H} \cdot \gamma, \text{ м/ч},$$

где, L_H – коэффициент наплавки электродной проволоки, г/А·ч;

I_{CB} – сила сварочного тока, А;

F_H – площадь наплавленного металла, см²;

γ – плотность наплавленного металла, (7810 кг/м³ – для стали 45).

V. **Скорость подачи электродной проволоки** (V_{III}) определяется по формуле:

$$V_{III} = 4 \cdot L_H \cdot \frac{I_{CB}}{F_H} \cdot \gamma, \text{ м/ч},$$

VI. Результаты расчета режима сварки и размеров угловых швов следует свести в табл. 22.

Ориентировочные режимы механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки под слоем флюса приведены в приложении Г.

Таблица 22. - Режимы сварки углового шва и его размеры при автоматической сварке.

Зазор в стыке, мм	Режимы сварки				
	Диаметр электрода, $d_{эл}$, мС	Сила сварочного тока, $I_{св}$, А	Напряжение на дуге, U_d , В	Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки $V_{пл}$, м/ч

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- комплект документов технологического процесса (ОК – форма 1а - 1 шт., форма 2а – 2 шт.; КЭ – форма 7 – 2 шт., форма 7а – 2 шт., ТК - форма по ГОСТ 3.1407-86);
- чертежи сварных узлов и комплект деталей, входящих в них (индивидуальное задание на курсовой проект);
- правила заполнения форм комплекта документов технологического процесса (дополнительные сведения см. приложение А);
- правила выполнения расчетов режимов сваривания (приложение дополнительные сведения см. Б, В, Г) и заполнения форм комплекта документов технологического процесса.

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Назначение комплекта документов технологического процесса?
2. Основные формы комплекта документов технологического процесса?
3. Приведите определение, что такое маршрутный технологический процесс?
4. Приведите определение, что такое полный технологический процесс?
5. Для чего предназначена маршрутная карта технологического процесса?
6. Для чего предназначена карта эскизов технологического процесса?
7. Для чего предназначена операционная карта технологического процесса?
8. Какие параметры задаются на карте эскизов технологического процесса?
9. Какие параметры задаются на операционной карте технологического процесса?
10. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к сварке под флюсом?
11. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к газопламенной сварке?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с конструкцией заданного индивидуального сварного уз-

ла и требованиями на его изготовление (по указанию преподавателя).

2. На основании разработанной операционной карты «ОК» (см. предыдущую лабораторную работу), выполнить на бланках карты эскизов (КЭ) или выбранной операционной карты (ОК) технологического процесса эскизы по соответствующим переходам операции.

3. На каждом эскизе проставить исполнительные размеры, выполняемые на соответствующем переходе.

4. На каждый эскиз (по необходимости) нанести маркировку выполняемых сварочных швов в соответствии с требованиями ГОСТ.

5. На каждый эскиз нанести схему базирования детали (узла) в приспособлении (стенде) в соответствии с требованиями ГОСТ.

2.2. Обработка результатов экспериментов

1. Выполнить расчеты режимов сваривания на выбранной операции технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).

2. Внести полученные данные по расчету режимов сваривания в операционную карту (ОК) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).

3. Выводы

Ознакомились методикой оформления комплекта документов сборно-сварочного технологического процесса изготовления заданного узла.

4. Оформление отчета

В отчете отразить:

- Тему лабораторной работы и ее цель;
- Выполнить расчеты режимов сваривания на выбранной операции технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4);
- Выполнить в отчете в виде произвольной таблицы расчеты режимов сваривания на выбранной операции технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4);
- Внести полученные данные по расчету режимов сваривания в операционную карту (ОК) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).
- Сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: Расчет норм времени на операции технологического процесса

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Приобрести практические навыки по расчету основного и вспомогательного времени при выполнении сварных швов на операции технологического процесса, освоить методику проектирования технологической документации.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо:

- изучить конструктивные особенности и требования к точности изготовления задаваемых конструкций сваркой;
- изучить основные способы сборки и последовательность выполнения сварных соединений в задаваемом узле;
- изучить методические указания и рекомендуемую литературу;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить таблицы для записи результатов эксперимента.

Выполняя данную лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- методику заполнения комплекта документов, формулы для расчета основного и вспомогательного времени и других показателей отражаемых в нем;
- основные виды сварки, типы и конструктивные элементы сварных швов, модели сварочной и вспомогательной техники, и т.д.;
- правила техники безопасности при выполнении сварочных работ и инструкции то ней.

у м е т ь :

- выбрать тип сварного шва по ГОСТ применительно к применяемому способу сварки, марке и толщине свариваемого металла;
- рассчитать основные размеры сварочных швов по индивидуальному заданию (задается преподавателем, см. лабораторную работу №4);
- анализировать и систематизировать литературные и экспериментальные данные по расчету режимов основного и вспомогательного времени при сварке заданного узла;
- расчленять конструкцию на узлы и под узлы;
- рассчитать режимы основного и вспомогательного времени при выполнении сварных швов по выбранной операции технологического процесса (задается преподавателем, см. лабораторную работу №4), и остальные параметры для заполнения комплекта документов технологического процесса;
- оформить комплект документов технологического процесса в соответствии с требованиями стандартов и индивидуальным заданием.

1.3. Используемая литература

1. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. / С.А. Куркин, А.М. Хомов, А.М. Рыбальчук– М. : Машиностроение, - 1989. – 335 с.
2. Березін, Л.Я. Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва : навчальний посібник / Л.Я. Березін, М.М. Хоменко, А.С. Карпенко. - Чернігів : ЧДТУ, 2003. - 142 с.
3. Гитлевич, А.Д. Альбом оборудования для заготовительных работ в производстве сварных конструкций.: учебн. пособие для курсов инструкторов сварщиков. / А.Д. Гитлевич, И.Н. Сухов, Д.В. Быховский [и др.]. - М. : Высшая школа, 1077. - 136 с.
4. Виноградов В.М. Основы сварочного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепахин, Н.Ф. Шпунькин. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 272 с.
5. Кудишин, Ю.И. Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений. / Ю.И. Кудишин. Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева [и др.]; под ред. Ю. И. Кудишина. - [11-е изд., стер.]. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 688 с.
6. Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: учеб. для вузов. / В.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. - 398 с.
7. Логанов, ДТ. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств /Д.Т. Логанов, М.Т. Банников, Ю.К. Петропавловский [и др.]. - М. : Машиностроение, 1989. - 120 с.
8. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций : учеб. пособие / Г.А. Николаев, С.А. Куркин, В.А. Винокуров. - М. : Высшая школа, 1983. - 344 с.
9. Куркин С.А. Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. – 344 с.

1.4. Методические указания

1.4.1. Термины и определения основных понятий

Сварочные работы, как и любой другой вид работ, должны регламентироваться определенными **нормативами**. И в данном случае правильно определенное нормирование – это очень значимый параметр для того, чтобы одновременно повысить выработку сварщика и снизить себестоимость продукции.

Нормативы сварочных работ включают в себя определение **времени сварки, количество изготовленной продукции, а также расход электродов и других вспомогательных материалов**. Зависят эти нормативы от многих факторов, в том числе, от применяемого способа сварки, от функциональных воз-

возможностей техники, используемой при сварке, от технологий и, конечно, от опыта сварщика.

Понятно, что начинающий сварщик на изготовление одной сварной детали будет тратить больше времени, чем сварщик, обладающий большим опытом. Кроме того, на соблюдение норм, рассчитанных для той или иной работы с применением сварки, большое влияние оказывает и правильная организация рабочего места сварщика.

Основные операции – это заготовительные, обрабатывающие, сборочные, непосредственно сварочные и отделочные операции, которые требуется выполнить для изготовления определенного изделия.

Вспомогательные операции – это операции по контролю качества изделия, а также по транспортировке его на место дальнейшего применения.

Одним из важнейших показателей, входящих в нормативы сварочных работ, является определение **времени сварки**. Время, необходимое для изготовления определенной сварной конструкции, складывается из времени, затрачиваемого на несколько основных этапов:

1) **Основное время** – это время, в течение которого происходит образование сварного шва путем расплавления основного и присадочного материала (электрода, электродной или присадочной проволоки).

2) **Вспомогательное время** – это время, которое расходуется на обслуживание процесса сварки и на хранение детали между операциями.

3) **Дополнительного времени** – то есть, времени, необходимое для обслуживания рабочего места, для отдыха или необходимых надобностей. В процентном соотношении к общему времени, выделяемому на изготовление одного изделия, дополнительное время составляет примерно 15%.

4) **Заключительного времени**, которое требуется для того, чтобы привести в порядок рабочее место и сдать выполненную работу.

В свою очередь, норма времени, необходимого для выполнения основных сварочных операций, складывается также из нескольких временных отрезков:

1) **Времени на подготовку отдельных деталей к процессу сварки**, а также на проверку и наладку необходимых для сварки приспособлений и инструментов.

2) **Времени на выполнение основных операций** – то есть, например, времени горения дуги при сварке определенной детали.

3) **Времени на вспомогательные операции** – например, на смену электрода, осмотр сварного шва, очистку кромок и самого шва и так далее.

Сумма времени на основные операции и на вспомогательные операции составляет так называемое **оперативное время**.

1.4.2. Техническое нормирование газовой резки черных металлов

Расчет нормы штучного времени при газовой резке черных металлов. Основное время ручной кислородной резки низкоуглеродистой стали.

Расчет нормы штучного времени при газовой резке черных металлов производится по формуле:

$$T_{шт} = [(T_o \cdot K_o + t_{в.р.})L + T'_o + t_{в.и.}] \cdot K, \text{ мин,}$$

где, $T_{шт}$ - штучное время на операцию, мин;

T_o - основное время резки на 1 пог. м реза, мин;

K_o - коэффициент, учитывающий чистоту кислорода, род горючего и марку разрезаемой стали;

$t_{в.р.}$ - вспомогательное время, зависящее от длины реза;

L - расчетная длина реза, м;

T'_o - время на подогрев металла в начале реза на одну деталь, мин;

$t_{в.и.}$ - вспомогательное время, связанное с изделием и оборудованием, мин;

K - коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности газорезчика.

Основное время резки на 1 пог. м реза рассчитывается по формуле:

$$T_o = 1000 / V, \text{ мин,}$$

где, V - скорость резки, м/мин.

Рассчитанное по этой формуле основное время ручной кислородной резки низкоуглеродистой стали приведено в табл. 1, а основное время машинной однорезаковой фигурной резки низкоуглеродистой стали приведено в табл. 2.

Таблица 1. - Основное время ручной кислородной резки низкоуглеродистой стали.

Толщина металла, мм	Скорость резки, мм/мин	Время на 1 пог. м реза, мин	Время на один подогрев в начале резки, мин			
			резка от кромки листа		резка в замкнутом контуре листа	
			ацетилен	природный газ	ацетилен	природный газ
5	500	2,0	0,09	0,15	0,23	0,37
10	455	2,2	0,12	0,19	0,28	0,45
15	400	2,50	0,13	0,22	0,34	0,54
20	380	2,60	0,14	0,23	0,39	0,62
25	350	2,85	0,15	0,25	0,44	0,70
30	340	2,95	0,17	0,27	0,48	0,77
35	320	3,10	0,18	0,29	0,52	0,83
40	305	3,25	0,19	0,30	0,58	0,93
45	290	3,45	0,20	0,32	0,62	0,99
50	280	3,55	0,22	0,35	0,68	1,10
60	260	3,85	0,25	0,40	-	-
70	250	4,0	0,28	0,45	-	-
80	235	4,25	0,31	0,50	-	-
90	220	4,55	0,33	0,53	-	-
100	210	4,75	0,36	0,58	-	-
120	195	5,10	0,41	0,66	-	-
150	170	5,90	0,48	0,77	-	-
170	155	6,45	0,53	0,85	-	-
200	135	7,40	0,60	0,96	-	-

Примечание. При фигурной резке стали норму времени следует увеличивать на 10%.

Таблица 2. - Основное время машинной односторонней фигурной кислородной резки низкоуглеродистой стали.

Толщина металла, мм	Скорость резки, м/мин	Время на 1 пог. м реза, мин.	Время на один подогрев в начале резки, мин			
			резка от кромки листа		резка в замкнутом контуре листа	
			ацетилен	природный газ	ацетилен	природный газ
5	645	1,55	0,095	0,15	0,23	0,37
10	585	1,71	0,12	0,19	0,28	0,45
15	515	1,94	0,135	0,22	0,34	0,54
20	490	2,04	0,145	0,23	0,39	0,62
25	455	2,2	0,155	0,25	0,44	0,70
30	435	2,3	0,17	0,27	0,48	0,77
35	410	2,44	0,18	0,29	0,52	0,83
40	390	2,56	0,19	0,30	0,58	0,93
45	375	2,67	0,20	0,32	0,62	0,95
50	365	2,74	0,22	0,35	0,68	1,10
60	340	2,94	0,25	0,40	-	-
70	320	3,13	0,28	0,45	-	-
80	300	3,34	0,31	0,50	-	-
90	285	3,51	0,33	0,53	-	-
100	270	3,71	0,36	0,58	-	-

Примечание. При резке деталей в замкнутом контуре к длине реза нужно прибавить длину на вывод резака с места прожигания отверстия до начала фигурной резки.

Примерный удельный расход газов при ручной ацетиленокислородной резке низкоуглеродистой стали приведен в табл. 3.

Таблица 3. - Примерный удельный расход газов при ручной ацетиленокислородной резке низкоуглеродистой стали.

Толщина металла, мм	№ наконечника резака	Давление кислорода, кгс/см ²	Средняя ширина реза, мм	Расход на 1 м реза, л	
				кислорода	ацетилена
1	2	3	4	5	6
4	1	3-4	3,5	74	11
6	1	3-4	3,5	102	13
8	1	3-4	3,5	130	20
10	1	3-4	3,5	158	24
12	1	3-4	3,5	184	29
15	1	3-4	3,5	224	34
18	1	3-4	3,5	270	41
20	1	3-4	3,5	292	45
25	1	3-4	3,5	345	51
30	2	4-5	4,5	430	64
40	2	4-5	4,5	570	78
50	3	5-7	5,5	710	92
60	3	5-7	5,5	810	100
80	3	5-7	5,5	1200	130
100	4	7-10	7,0	1500	158

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6
150	4	7-10	7,0	2750	208
200	5	10-13	9,0	3950	248
250	5	10-13	9,0	5300	292
300	5	10-13	9,0	7150	356

1.4.3. Техническое нормирование газовой сварки

Расчет нормы времени на газовую сварку партии деталей. Нормы расхода материалов на 1 м шва при ацетиленокислородной сварке стали.

Расчет нормы времени на газовую сварку партии деталей производится по формуле:

$$T_{ПАР} = [T_{Н.Ш.} \cdot L + (P - I) \cdot t_{РАЗ} + t_{В.И.}] \cdot n_{ПАР}$$

где, $T_{ПАР}$ - норма времени на газовую сварку партии деталей, мин;

$T_{Н.Ш.}$ - неполное штучное время на сварку 1 пог. м шва, мин;

L - общая длина всех однотипных швов на свариваемом изделии, м;

P - количество швов на свариваемом изделии;

$t_{РАЗ}$ - время на разогрев металла в начале сварки, мин;

$t_{В.И.}$ - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин;

$n_{ПАР}$ - количество изделий в партии.

В неполное штучное время входят:

- основное время;
- вспомогательное время, связанное со свариваемым швом;
- время обслуживания рабочего места;
- время перерывов на отдых и личные надобности;
- подготовительно-заключительное время.

Основное время газовой сварки на 1 пог. м шва определяется по формуле:

$$T_o = C \cdot F, \text{ мин,}$$

где, T_o - основное время газовой сварки 1 пог. м шва, мин;

C - время наплавки 1 см³ металла (табл. 4);

F - площадь поперечного сечения шва, мм².

Неполное штучное время на ацетиленокислородную сварку одно сторонних швов стыковых соединений без скоса кромок приведено в табл. 5, а нормы расхода материалов на 1 пог. м шва при ацетиленокислородной сварке стали - в табл. 6.

Таблица 4. – Время наплавки 1 см³ стали ацетиленокислородным пламенем.

Толщина свариваемой детали, мм	№ наконечника	Время наплавки 1 см ³ стали C, включая подогрев в начале сварки, мин
1	2	3
1-1,5	1	1,3
5-7	3	0,73
8-9	4	0,62

Продолжение табл. 4.

1	2	3
10-12	5	0,52
13-18	6	0,42
19-30	7	0,38

Таблица 5. - Неполное штучное время на ацетиленоxygenную сварку односторонних швов стыковых соединений без скоса кромок.

Толщина металла, мм	Низкоуглеродистая сталь	Легированная сталь	Чугун	Медь	Латунь и бронза	Алюминий и его сплавы
время на 1 пог. м шва, мин						
<i>Нижний шов</i>						
1	5,82	7,0	4,48	4,95	4,08	3,49
1,5	6,20	7,45	4,77	5,27	4,34	3,72
2	7,77	9,32	5,98	6,60	5,45	4,66
2,5	11,5	13,8	8,90	9,77	8,05	6,90
3	15,9	19,1	12,2	13,5	11,1	9,55
<i>Вертикальный шов</i>						
1	6,95	8,35	5,35	5,90	4,87	4,17
1,5	7,38	8,85	5,68	6,28	5,17	4,43
2	9,30	11,1	7,15	7,90	6,50	5,57
2,5	13,7	16,4	10,5	11,6	9,60	8,22
3	19,1	22,9	14,7	16,2	13,4	11,4
<i>Горизонтальный шов</i>						
1	8,10	9,72	6,25	6,88	5,68	4,85
1,5	8,65	10,4	6,65	7,35	6,05	5,18
2	10,8	13,0	8,33	9,20	7,55	6,50
2,5	16,0	19,2	12,3	13,6	11,2	9,60
3	22,3	26,8	17,2	19,0	15,6	13,3
<i>Потолочный шов</i>						
1	9,25	11,1	7,12	7,85	6,48	5,55
1,5	9,90	11,9	7,62	8,40	6,94	5,94
2	12,2	14,6	8,40	10,4	8,55	7,32
2,5	18,3	22,0	14,1	15,6	12,8	11,0
3	25,3	30,4	19,5	21,5	17,7	15,2

Примечания: 1. При сварке в зимнее время на открытом воздухе следует применять поправочные коэффициенты:

- при температуре воздуха на рабочем месте от 0 до 10° С - 1,1,
- при температуре воздуха на рабочем месте ниже 10 ° С - 1,2.

2. Нормы рассчитаны для мелкосерийного производства. Для единичного производства следует применять коэффициент 1,1, а для серийного - коэффициент 0,9.

Таблица 6. - Нормы расхода материалов на 1 м шва при ацетиленокислородной сварке стали.

Толщина металла, мм	Стыковые швы				Швы внахлестку (односторонние), угловые (внутренние) и тавровые				Угловые швы (внешние)			
	кислород, л	ацетилен, л	карбид кальция, г	присадочная проволока, г	кислород, л	ацетилен, л	карбид кальция, г	присадочная проволока, г	кислород, л	ацетилен, л	карбид кальция, г	присадочная проволока, г
0,5	2,5	2,1	8,5	15	3,5	2,9	11,6	6	1,89	1,53	6,26	6,6
1,0	10,0	8,3	33,0	24	14,0	11,7	47,0	14	7,16	6,29	25,0	15,4
1,5	22,5	19,0	75,0	26	31,5	26,0	104	23	17,0	13,6	55,8	25,3
2,0	40,0	33,0	132	42	56,0	47,0	188	35	29,9	25,0	101	35,8
2,5	62,5	52,0	208	55	83,0	73,0	292	50	47,1	39,4	157	55,0
3,0	90,0	75	300	70	126	105	420	66	67,7	56,3	227	72,6
3,5	122	102	408	75	172	143	572	85	92,8	76,9	308	93,5
4,0	160	133	532	103	224	187	748	106	121,0	101,0	404	116,6
5,0	260	208	832	238	-	-	-	-	-	-	-	-
6,0	360	300	1200	307	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	490	408	1632	383	-	-	-	-	-	-	-	-
8,0	640	533	2132	489	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	810	670	2680	575	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	1000	833	3330	675	-	-	-	-	-	-	-	-
11,0	1210	1010	4040	788	-	-	-	-	-	-	-	-
12,0	1440	1200	4800	910	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Нормы расхода присадочной проволоки для стыковых швов при толщине металла до 4 мм включительно предусматривают сварку без скоса кромок, а при толщине свыше 4 мм - с односторонним скосом двух кромок.

1.4.4. Расчет нормы времени на сварку изделий из листового и профильного проката

Для расчета нормы времени на сварку узлов (изделий) из листового профильного проката необходимо:

1. **Неполное штучное время** ($T_{н.ш.}$) на 1 м сварного шва, определяется по формуле:

$$T_{н.ш.} = (T_o + T_{в.ш.}) \cdot K, \text{ в мин,}$$

где, T_o - основное время горения дуги, мин;

$T_{в.ш.}$ - вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва, мин;

K - коэффициент к оперативному времени, учитывающий время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности.

2. **Основное время горения дуги** рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot a} \cdot K'_1, \text{ мин,}$$

где, F - общая площадь поперечного сечения шва, мм²;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³ (принята 7,84 г/см³);

I - сила сварочного тока, А;

a - коэффициент наплавки электродов, г/А·ч (принят 8,5 г/А·ч);

K'_I - коэффициент, учитывающий диаметр, марку электрода и свариваемый металл, рассчитан по формуле:

$$K'_I = 8,5I / a \cdot I_1,$$

где, I_1 - сила тока при сварке изделий электродами диаметром менее или более 4 мм, А.

3. Вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва, рассчитано по формуле:

$$T_{вш} = (t_{вш} + t_{вш1} + t_{вш2}) \cdot n + t_{вш3}, \text{ в мин},$$

где, $t_{вш}$ - зачистка сварного шва от шлака после каждого прохода, мин;

$t_{вш1}$ - перемещение (переходы) электросварщика в процессе сварки многопроходных швов, мин;

$t_{вш2}$ - смена электродов, мин;

n - количество проходов, шт.;

$t_{вш3}$ - осмотр и промер сварного шва, мин.

4. Количество проходов сварки рассчитывается по формуле.

$$n = \frac{F - F_1}{F_2} + 1,$$

где, F - общая площадь поперечного сечения шва, мм²;

F_1 - площадь поперечного сечения шва первого прохода, мм²;

F_2 - площадь поперечного сечения шва второго и последующих проходов, мм².

5. Коэффициент к оперативному времени, учитывающий время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности, рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{a_{обс} + a_{отд}}{100} + 1$$

где, $a_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места, включает следующие операции: включение, регулирование и выключение источников питания, подтягивание проводов, устранение мелких неполадок и обеспечение исправного состояния оборудования, поддержание заданного режима в процессе работы, уборка рабочего места. Это время включено в нормативные карты в размере 4 % от оперативного;

$a_{отд}$ - время на отдых и личные потребности, включено в нормативные карты в размере 8% от оперативного времени.

6. Норма штучного времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = (T_{н.ш.} \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot K_{10} + T_{в.ш.1} \cdot K_6) \cdot L \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_8 + T_{в.и.} \cdot K_5 + T_{пр}, \text{ в мин},$$

где, $T_{н.ш.}$ - неполное штучное время, мин;

K_1 - коэффициент, учитывающий диаметр, марку электродов и свариваемый металл;

K_3 - коэффициент, учитывающий вид сварки, шва и его длину;

K_{10} - коэффициент, учитывающий сварку изделий из несимметричных, симметричных полособульб и после строжки;

$T_{в.ш.1}$ - вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва, включает затраты на: зачистку кромок перед сваркой от налета ржавчины или окисной пленки; зачистку околошовной зоны от брызг наплавленного металла; обмазку околошовной зоны меловым раствором или аэрозолем и учитывается в каждом отдельном случае при выполнении этих операций электросварщиком, мин;

K_6 - коэффициент, учитывающий положение зачищаемой кромки в пространстве и способ зачистки;

L - длина шва, м;

K_2 - коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве;

K_5 - коэффициент, учитывающий условие и место выполнения работ;

K_8 - коэффициент, учитывающий угол между свариваемыми деталями;

$T_{в.ш.}$ - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, которое включает затраты на: клеймение и маркирование шва; установку и снятие щитов для защиты от сварочной дуги; внутрисменные переходы; крепление изделия на столе, стенде, в приспособлении и его открепление; установку, снятие и поворот изделия вручную; перемещение изделий грузоподъемными механизмами; поворот деталей или изделий в механизированных приспособлениях и учитывается в каждом отдельном случае при выполнении этих работ электросварщиком;

$T_{п.р.}$ - время на выполнение электроприхваток, рассчитывается по формуле:

$$T_{п.р.} = T_{н.ш.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8, \text{ в мин.},$$

где, K_7 - коэффициент, учитывающий вид разделки кромки при определении времени на электроприхватку. Время на электроприхватку учитывается в каждом отдельном случае при выполнении этой работы электросварщиком.

1.4.5. Расчет нормы времени на сварку на сварку труб и прутков

1. **Неполное штучное время** на 1 мм диаметра трубы, прутка, на 1 мм толщины стенки и диаметра трубы, которое рассчитано по формуле:

$$T_{н.ш.} = (T_o + T_{в.ш.}) \cdot K_4, \text{ в мин.},$$

где, K_4 - коэффициент, учитывающий диаметр трубы, время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности, рассчитывается по формуле:

$$K_4 = \frac{K \cdot K_3 \cdot \pi}{1000},$$

где, K - коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности;

π - постоянное число, ($\pi = 3,14$).

2. **Вспомогательное время**, зависящее от длины сварного шва, рассчитано по формуле:

$$T_{в.ш.} = (t_{в.ш.} + t_{в.ш.2}) \cdot n + t_{в.ш.3}, \text{ в мин.},$$

где, $t_{в.ш.}$ - зачистка сварного шва от шлака после каждого прохода, мин.

3. Коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности, рассчитан по формуле:

$$K = \frac{a_{обс} + a_{отд}}{100} + 1.$$

Время на обслуживание рабочего места включено в нормативные карты сборника в размере 4 % от оперативного времени, время на отдых и личные потребности - в размере 8 %.

4. Норма штучного времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = (T_{н.ш.} \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot K_{10} + T_{в.ш.1} \cdot K_6) \cdot D \cdot K_{12} \cdot K_5 \cdot K_8 + T_{в.и.} \cdot K_5 + T_{п.р.}, \text{ в мин.},$$

$$T_{шт} = (T_{н.ш.} \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot K_{10} + T_{в.ш.1} \cdot K_6) \cdot L \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_8 + T_{в.и.} \cdot K_5 + T_{п.р.}$$

где, D - диаметр трубы или прутка, мм;

K_{12} - коэффициент, учитывающий положение шва в пространстве;

$T_{п.р.}$ - время на выполнение электроприхваток, рассчитывается по формуле:

$$T_{п.р.} = T_{н.ш.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot D, \text{ в мин.},$$

где, K_7 - коэффициент, учитывающий вид разделки кромки при определении времени на электроприхватку. Время на электроприхватку учитывается в каждом отдельном случае при выполнении этой работы электросварщиком.

5. Норма времени на сварку изделия рассчитывается по формуле:

$$H_{в.р.} = T_{шт} \cdot (1 + a_{пз} / 100), \text{ в мин.},$$

где, $T_{шт}$ - норма штучного времени на сварку одного изделия;

$a_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, включает затраты времени на: получение задания, инструктажа от мастера, получение сварочного материала, ознакомление с работой, получение и сдачу инструмента и приспособлений, подготовку оборудования к работе, установление и опробование режимов сварки и сдачу работы. Подготовительно-заключительное время выражается в процентах от штучного времени (для простой работы - 4 %, для сложной - 5 %).

Простой работой считается сварка изделий, не требующая изучения технологической документации, подготовки приспособлений, инструмента.

Сложной работой считается сварка изделий, требующая изучения технологической документации, подготовки приспособлений, инструмента.

6. При сварке симметричных стыков изделий с двух сторон время, приведенное в картах сборника, следует удваивать.

7. При сварке стыков изделий из несимметричных полозобульб к времени, приведенному в картах, следует применять коэффициент 1,1; а симметричных или при сварке стыков после строжки корня шва или после строжки кромок под сварку - коэффициент 1,2 (K_{10}).

8. При сварке изделий из металла разной толщины норму времени следует определять по средней толщине.

9. При сварке различных сталей неполное штучное время определять по наибольшему процентному содержанию легированных элементов.

10. Нормативные карты на ручную дуговую сварку рассчитаны для условий единичного и мелкосерийного типов производства. Для среднесерийного

типа производства следует применять поправочный коэффициент 0,85; для крупносерийного - 0,75.

1.4.6. Техническое нормирование аргонодуговой сварки

Основное время при автоматической и полуавтоматической аргонодуговой сварке – это время горения дуги и плавления электродной или присадочной проволоки.

Основное время на $L_{\text{пог}}$ м. рассчитывается по формуле:

$$T_o = 60 \left(\frac{I}{V_{CB1}} + \frac{I}{V_{CB2}} + \dots \frac{I}{V_{CBm}} \right)$$

где, V_{CB1}, \dots, V_{CBm} - скорость сварки соответствующих проходов (м/ час).

При условии, если скорость сварки для всех слоёв шва постоянная, то:

$$T_o = \frac{60}{V_{CB}} \cdot n,$$

где, n – количество проходов.

Число проходов (слоёв) для автоматической и полуавтоматической сварки приведено по данным руководящих технологических материалов, а также устанавливается исходя из оптимальных значений силы тока и скорости сварки по разным толщинам обеспечивающих качество шва и хорошее его формирование.

Режимы автоматической аргонодуговой сварки блоков трубопроводов приведены в табл. 7.

Таблице 7. - Режимы автоматической аргонодуговой сварки.

Размеры труб	Количество проходов	Скорость сварки м/час
108x12	1	20...25
133x14	1	20...25
220x8	1	20...25
219x12	1	20...25
273x11	1	20...25
325x12	1	12...18
325x16	1	12...18

Вспомогательное время при автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом складывается из:

- времени, зависящего от длины шва;
- времени, зависящего от изделия и типа оборудования;

Вспомогательное время, зависящее от длины шва (табл. 8), включает затраты времени на следующие операции:

а) зачистка и обезжиривание перед сваркой свариваемых кромок включается в состав нормы времени, при условии выполнения данной работы сварщиком (табл. 9);

- зачистка шва от шлака и окисной плёнки после выполнения каждого

прохода (табл. 10);

в) проверка правильности установки головки автомата по центру шва с прокаткой вхолостую;

г) откатка автомата на исходное положение (при многопроходной) сварке;

д) смена кассеты с электродной проволокой;

е) откусывание огарков проволоки и удаление остатка проволоки из мундштука головки автомата и полуавтомата, подача проволоки в мундштук головки;

ж) осмотр и промер шва.

Вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования охватывает следующие элементы рабочего времени:

- установку свариваемого изделия на стеллаж, стенд, роликовые опоры, в приспособление;

- поворот и уборку изделия после сварки;

- переход электросварщика;

- подготовку, установку и регулировку оборудования и приспособлений для работы;

- включение и отключение оборудования и приспособлений в процессе работы.

Таблица 8. - Вспомогательное время, зависящее от длины шва.

Элементы работ	Вид сварки	
	Автоматическая	Полуавтоматическая
Проверка правильности установки головки автомата по центру шва с прокаткой автомата вхолостую.	0,2	—
Откатка автомата в исходное положение	0,2	—
Подготовка автомата и выполнение вспомогательных операций во время сварки.	0,6	—
Удаление остатка проволоки из головки автомата и полуавтомата, смена кассеты. Подача проволоки в мундштук головки.	0,1	0,1
Переходы сварщика после каждого подхода к началу шва.	—	0,15
Откусывание огарков проволоки.	0,1	0,1
Выполнение вспомогательных операций во время сварки.	—	0,35
Осмотр и промер шва.	0,2	0,2

Таблица 9. - Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла при автоматической и полуавтоматической сварки.

Толщина металла, мм	Зачистка пневматическим инструментом	Зачистка зубилом, стальной щеткой
До 4	0,40	0,7
Св. 4 до 6	0,50	0,8
Св. 6 до 10	0,55	0,9
Св. 10 до 18	0,66	1,1
Св. 18	0,78	1,3

Таблица 10. - Зачистка шва от окисной пленки после выполнения каждого перехода.

Типы швов	Зачистка пневматическим инструментом		Зачистка стальной щеткой	
	Легированных сталей	Цветных металлов	Легированных сталей	Цветных металлов
Однопроходные и завершающий проход многопроходной сварки	0,3	0,2	0,4	0,3
Многопроходные первый и последующие проходы	1,0	0,6	1,4	0,8

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходимы:

- комплект документов технологического процесса (ОК – форма 1а - 1 шт., форма 2а – 2 шт.; КЭ – форма 7 – 2 шт., форма 7а – 2 шт., ТК - форма по ГОСТ 3.1407-86);
- чертежи сварных узлов и комплект деталей, входящих в них (индивидуальное задание на курсовой проект);
- правила заполнения форм комплекта документов технологического процесса (приложение А);
- правила выполнения расчетов технического нормирования (приложение Г) и заполнения форм комплекта документов технологического процесса.

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Основные формы комплекта документов технологического процесса?
2. Приведите определение, что такое полный технологический процесс?
3. Для чего предназначена карта эскизов технологического процесса?
4. Для чего предназначена операционная карта технологического процесса?
5. Какие параметры задаются на карте эскизов технологического процесса?
6. Какие параметры задаются на операционной карте технологического процесса?
7. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к сварке под флюсом?
8. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к газопламенной сварке?
9. При выполнении расчетов на скорость сварки, какие используют параметры применительно к лазерной сварке?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомиться с конструкцией заданного индивидуального сварного уз-

ла и требованиями на его изготовление (по указанию преподавателя).

2. На основании разработанной операционной карты «ОК» (см. предыдущую лабораторную работу), выполнить на бланках карты эскизов (КЭ) или выбранной операционной карты (ОК) технологического процесса эскизы по соответствующим переходам операции.

3. На каждом эскизе проставить исполнительные размеры, выполняемые на соответствующем переходе.

4. На каждый эскиз (по необходимости) нанести маркировку выполняемых сварочных швов в соответствии с требованиями ГОСТ.

5. На каждый эскиз нанести схему базирования детали (узла) в приспособлении (стенде) в соответствии с требованиями ГОСТ.

2.2. Обработка результатов экспериментов

1. Выполнить расчеты технического нормирования сваривания на выбранной операции технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).

2. Внести полученные данные по расчету технического нормирования сваривания в операционную карту (ОК) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).

3. Выводы

Ознакомились методикой оформления комплекта документов сборно-сварочного технологического процесса изготовления заданного узла.

4. Оформление отчета

В отчете отразить:

- Тему лабораторной работы и ее цель;
- Выполнить расчеты технического нормирования сваривания на выбранной операции технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4);
- Выполнить в отчете в виде произвольной таблицы расчеты технического нормирования сваривания на выбранной операции технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4);
- Внести полученные данные по расчету технического нормирования сваривания в операционную карту (ОК) технологического процесса согласно индивидуального задания выданного преподавателем (см. лабораторную работу №4).
- Сделать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: Устранение коробления двутавровой балки местным нагревом

1. Подготовка к лабораторной работе

1.1. Цель работы

Приобрести практические навыки сборки и сварки двутавровых балок различными способами освоить методику исправления короблений балки местным нагревом.

1.2. Задание на подготовку к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо:

- изучить конструктивные особенности и требования к точности изготовления конструкций балочного типа;
- изучить основные способы сборки и последовательность выполнения сварных соединений в тавровых и двутавровых балках;
- изучить методические указания и рекомендуемую литературу;
- ответить на вопросы для самопроверки;
- подготовить таблицы для записи результатов эксперимента.

Выполняя лабораторную работу, студент должен **з н а т ь** :

- основные причины возникновения напряжений и деформаций в сварных конструкция;
- прогрессивные способы устранения деформаций сварных конструкций;
- влияние способа сварки, последовательности наложения и размеров сварных швов на характер и величину деформаций при сварке;
- методику и механизм исправления короблений термической правкой.

у м е т ь :

- обосновать выбор способа сварки, типов и размеров сварных швов, последовательности их выполнения применительно к конструктивным особенностям сварной конструкции с точки зрения минимальных деформаций и напряжений;
- рассчитать и измерить величину прогиба балки при различной последовательности наложения швов;
- рассчитать параметры термической правки для балки таврового сечения;
- устранить коробление балки местным нагревом.

1.3. Используемая литература

1. Куркин С.А. Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М. : Высшая школа, 1991. – 344 с.

2. Сагалеви́ч В.М. Методы устранения сварочных деформаций и напряжений. / В.М. Сагалеви́ч. - М. : Машиностроение, 1974. – 221 с.

3. Себро П.И. Определение усилий прижатия деталей в сборочно-сварочных приспособлениях. // Сварочное производство. – 1976. №5. – с. 26-28.

1.4. Методические указания

1.4.1. Основные сведения

При сборке двутавровых балок большое внимание следует уделять симметрии и взаимной перпендикулярности полок и стенки (рис. 1).

В условиях единичного и мелкосерийного производства сборку балок обычно производят по разметке. Фиксацию взаимного положения элементов балки осуществляют с помощью прихваток, размеры и количество которых должны обеспечить жесткость и прочность балки при передаче ее к месту сварки. Основной операцией по изготовлению является выполнение поясных швов обычно автоматической сваркой под слоем флюса. Сварку поясных швов можно выполнять наклонным электродом или «в лодочку». Необходимо знать, что сварка одновременно двух швов наклонными электродами обеспечивает высокую производительность, но при этом вызывает значительную деформацию полок в горизонтальной плоскости, которую можно уменьшить за счет обратного выгиба полки. Выполнение швов «в лодочку» обеспечивает лучшие условия их формирования и проплавления, но является менее производительным и требует применения специальных устройств для кантовки балки. Сварка «в лодочку» позволяет получить полное проплавление полки со стенкой толщиной до 20 мм и находит широкое применение в промышленности. При этом величину деформаций можно регулировать путем выбора рациональной последовательности наложения поясных швов.

Однако технологические мероприятия, особенно при сборке по разметке, не обеспечивают требуемой точности изготовления балки. Устранение короблений балок в условиях мелкосерийного и единичного производства целесообразно осуществлять термической правкой, овладение методикой которой предусмотрено в данной лабораторной работе.

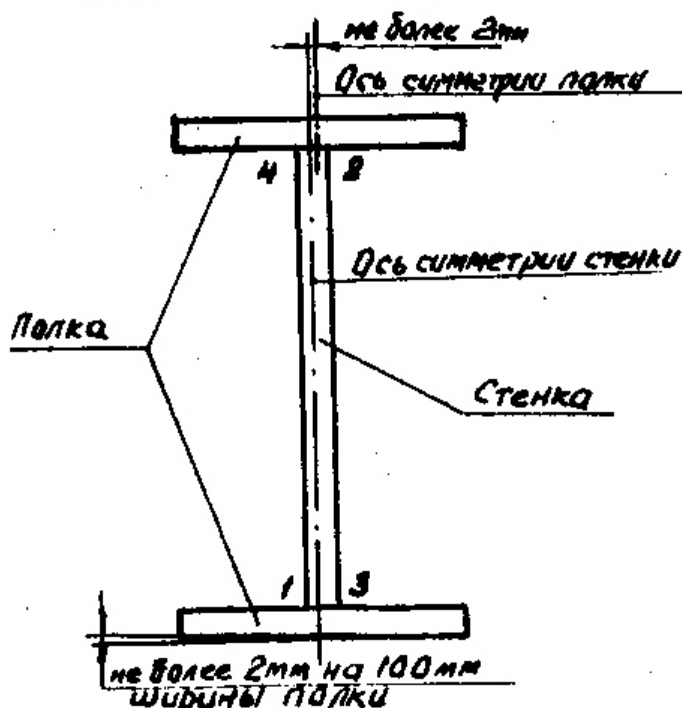


Рисунок 1. – Технические требования к точности изготовления двутавровой балки: 1...4 – номера сварочных швов.

1.4.2. Основные мероприятия по уменьшению деформаций и напряжений при сварке

При сварке изделий невозможно полностью избежать остаточных деформаций. При всестороннем заземлении свариваемого изделия можно лишь свести деформации изделия к концу охлаждения к минимальной величине. Всестороннее заземление при сварке изделия практически осуществить трудно, поэтому такой способ борьбы со сварочными деформациями почти не применяют. Используются только такие способы, которые позволяют получать сварные изделия с минимальными остаточными деформациями. Некоторые способы борьбы с деформациями изделия приводят к возрастанию внутренних напряжений, *например: закрепление свариваемых деталей перед сваркой.*

Для борьбы со сварочными деформациями применяются конструктивные и технологические способы.

К конструктивным способам относятся:

1. **Уменьшение количества сварных швов и их сечения**, что снижает количество вводимого при сварке тепла. Между количеством тепла и величиной деформации при сварке существует прямая зависимость. Поэтому минимальная деформация конструкции будет при наименьших протяженности и сечении швов.

2. **Симметричное расположение швов для уравнивания деформаций** (рис. 1).

Например: при изготовлении балки двутаврового сечения со сплошной стенкой наложение одного нижнего поясного шва вызовет изгиб балки - серповидную деформацию f_1 , а наложение верхнего поясного шва вызовет изгиб в обратную сторону. Таким образом, балка будет иметь конечный прогиб f_0 , $f_0 < f_1$.

3. **Симметричное расположение ребер жесткости.**

4. **Минимальное использование накладок и косынок.**

5. **Применение стыковых соединений.**

К технологическим способам относятся:

1. **Рациональная технология сборки и сварки**, которая включает правильный выбор вида и режима сварки, а также правильную последовательность наложения швов. *Например: при ручной сварке деформация вдвое больше, чем при автоматической.* Соединения без скоса кромок дают меньшие деформации, чем соединения с разделкой кромок. Соединения с двусторонним скосом кромок образуют меньшие деформации, чем соединения с односторонним скосом.

Величина деформации зависит от способа сборки и прихватки. Детали собираются с жестким креплением, не допускающим какого-либо смещения одной детали относительно другой или с эластичным, допускающим смещение деталей. Жесткое крепление деталей осуществляется сварочными прихватками в отдельных местах шва (рис. 2, а) или жесткими сборочно-сварочными приспособлениями. Сборка с эластичным креплением производится специальными пластинами, временно прихватываемыми к деталям на некотором расстоянии от оси шва (рис. 2, б, в). Жесткая сборка приводит к меньшей конечной деформации по сравнению с эластичной.

На величину конечных деформации влияет последовательность наложения швов. *Например*: наименьшая стрела прогиба узла, показанного на рис. 3, будет при такой последовательности выполнения швов: сначала - поперечный шов 2, затем – продольный 1 и после него - поперечный вертикальный 3.

2. Жесткие закрепления деталей. Собранный изделие полностью сваривается, если закреплено на фундаменте, плите или приспособлении, которые имеют жесткость, в несколько раз большую по сравнению с сварным изделием. После сварки и полного охлаждения изделия зажимы удаляются. После освобождения изделия деформация будет меньше, чем при сварке в свободном состоянии. Закреплением можно снизить сварочные деформации на 10...30% в зависимости от ряда условий. Этот способ дает наибольший эффект при сварке балок малой высоты и наименьший - при сварке высоких балок (1000 мм и более).

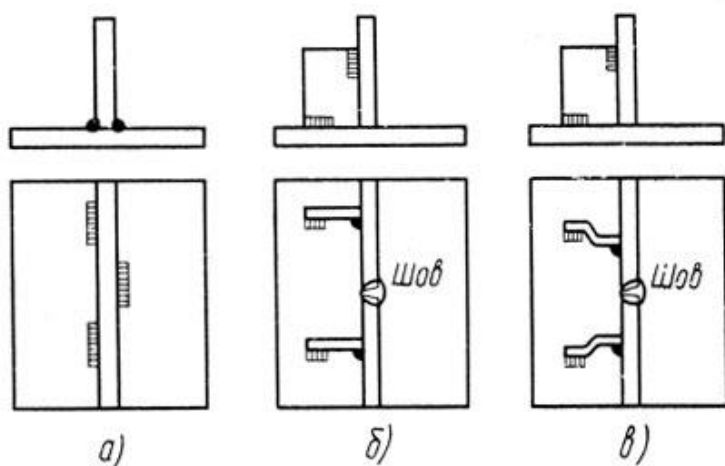


Рисунок 2. - Сборка на прихватках: а - жесткие прихватки; б, в - эластичные прихватки

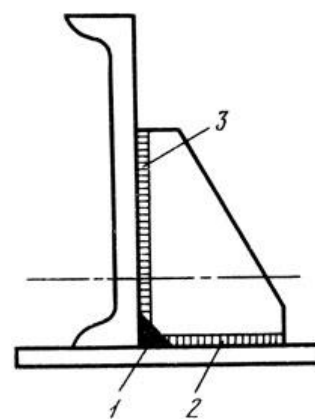


Рисунок 3. - Правильная последовательность сварки узла:
1 - продольный шов; 2, 3 - поперечные швы.

Закрепление рекомендуется при сварке плоских листов для предотвращения угловых деформаций. Листы можно прижимать вблизи шва, *например*: электромагнитными прижимами. Чем тоньше свариваемые листы, тем целесообразнее их закрепление, с тем чтобы избежать также и выпучивания.

Полностью устранить деформации закреплением невозможно, так как при освобождении от зажима сварное изделие продолжает деформироваться за счет силы, сконцентрированной на участке металла с пластической деформацией.

3. Обратный выгиб деталей. Свариваемые детали предварительно изгибают перед сваркой на определенную величину f в обратную сторону (рис. 4) по сравнению с изгибом, вызываемым сваркой. Этот прием используется при сварке узлов таврового сечения. Величина изгиба устанавливается опытным или расчетным путем. Обратный изгиб перед сваркой выполняют с приложением усилия в пределах упругого, упругопластического и пластического состояния. Сварка изделия с упругим изгибом производится в особых силовых приспособлениях. Изделие с пластическим изгибом сваривается в свободном состоянии. Однако для получения пластического изгиба требуется мощное обо-

рудование; поэтому такой способ редко применяется в сварочном производстве. Пользуясь обратным изгибом, можно полностью устранить конечные деформации сварных изделий.

4. Правильный тепловой режим. Для уменьшения деформации изделий, особенно из малопластичных металлов, *например: чугуна или закаливающихся сталей, можно применять предварительный подогрев зоны сварки шириной 40...50 мм с каждой стороны шва.* При этом снижается перепад температур между участками сварного соединения, подвергающимися сильному нагреву при наложении шва, и следовательно, уменьшаются напряжения и конечные деформации. Температура предварительного подогрева устанавливается в зависимости от химического состава металла, его толщины и жесткости конструкции, *например: для стали – 400...600° С, для чугуна – 500...800° С, для алюминиевых сплавов – 200...270° С, для бронзы – 300...400° С.* При сварке особо ответственных конструкций из низкоуглеродистых сталей толщиной более 40 мм устанавливают температуру подогрева 100...200° С, при сварке низколегированных сталей толщиной более 30 мм – 150...200° С.

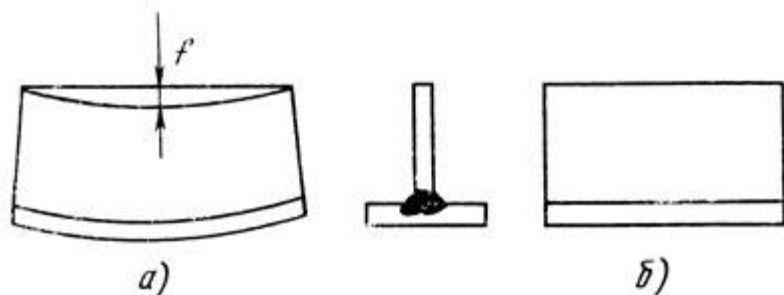


Рисунок 4. - Обратный выгиб элемента тавра: а - сборка тавра с обратным выгибом f ; б - форма тавра после сварки

Предварительный подогрев выполняют газовыми горелками, электрическими или индукционными нагревателями. Можно применять также сопутствующий подогрев.

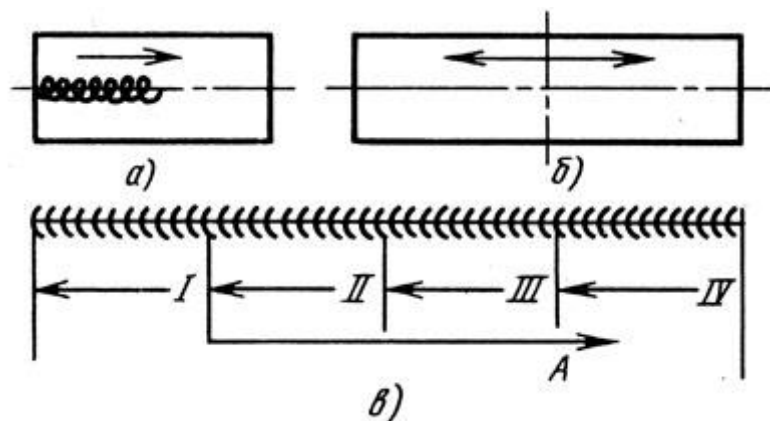
5. Многослойные и обратноступенчатые швы. Последовательное введение меньших количеств тепла применением многослойных швов вместо одновременного при однослойном шве способствует выравниванию нагрева сварного соединения и уменьшает сварочные напряжения и деформации.

Обратноступенчатый способ заключается в том, что всю длину шва разбивают на отдельные ступени и сварка каждой ступени производится в направлении, обратном общему направлению сварки. Этот способ обеспечивает более равномерный нагрев металла шва по всей его длине и минимальные сварочные деформации и напряжения (рис. 5). Длина ступени при обратноступенчатой сварки зависит от толщины металла, формы, жесткости свариваемого изделия. Она выбирается в широких пределах (100...400 мм). Чем тоньше свариваемый металл, тем меньше длина ступени. Часто длину свариваемой ступени рассчитывают по длине шва, получающейся от одного или двух электродов.

6. Принудительное охлаждение в процессе сварки. Уменьшая зону нагрева при сварке созданием быстрого и интенсивного отвода тепла, можно значительно уменьшить остаточные деформации. Отвод тепла осуществляют, погружая изделие в воду и оставляя на воздухе только участок сварки. Этот спо-

способ пригоден для не закаливаемых низкоуглеродистых сталей. В других случаях можно применять массивные подкладки под швом из меди или медных сплавов, обладающих высокой теплопроводностью. Эти подкладки можно дополнительно охлаждать циркулирующей внутри водой. Медные подкладки дают хорошие результаты при сварке, *например: нержавеющей сталей небольшой толщины.*

Рисунок 5. - Схемы заполнения швов по длине: а – напроход; б – от середины к краям; в – обратноступенчатая; I, II, III, IV – ступени; А – общее направление шва



7. Применение внешней растягивающей силы. Внешняя растягивающая сила, приложенная к концам свариваемого изделия, *например: двутавровой балки, позволяет свести к нулю укорочение нагретого металла обжатием (осадкой).* Этим устраняется конечная сварочная деформация по направлению действия силы. Сила усадки при сварке изделия способствует укорочению, а внешняя растягивающая сила удлинению волокон металла. Если волокна металла будут деформироваться в направлении растягивающей силы, то при правильно подобранной величине этой силы можно добиться полного устранения конечных деформаций сварного изделия.

Этот способ борьбы с деформациями вполне целесообразен, однако используется из-за отсутствия соответствующего силового оборудования.

8. Местная силовая обработка сварных швов и околошовной зоны. Снижение сварочных деформаций и напряжений в сварных соединениях достигается ковкой (ударной силой), обкаткой (статистической силой), вибрационным давлением (пульсирующей силой) и другими силовыми воздействиями. Все виды силовой обработки металла шва и околошовной зоны создают местную пластическую деформацию удлинения, обратную деформации укорочения от сварки. В результате этого сварное изделие приобретает первоначальную форму и размеры.

Ковка производится ручным или механическим молотком массой 0,5...1,5 кг; холодная ковка выполняется при температуре 20...200° С, горячая - при температуре 450...1000° С (для стали). Ковка стали в температурном интервале 200...450° С не рекомендуется ввиду ее низкой вязкости и возможности образования трещин.

При ручной сварке штучными электродами и при горячей ковке следует выполнять швы длиной 150...200 мм и сразу же после сварки проковывать их. При многопроходной или многослойной сварке проковка производится после

каждого прохода или наложения слоя, за исключением первого и последнего (декоративного). Первый, корневой шов проковывать нельзя, так как он имеет малое сечение, и при ударе в нем возникнут трещины. Верхний, тонкий декоративный слой вызывает весьма незначительные деформации; кроме того, ковка ухудшит внешний вид шва. При ручной сварке с последующей холодной проковкой следует выполнять швы заданной длины и проковку вести при температурах не выше 200°C молотком массой $0,5 \dots 1,5$ кг.

При изготовлении сварных конструкций времяковки превышает время сварки в $1 \dots 2$ раза, поэтому ковка применяется редко.

Широко применяется ковка в ремонтных сварочных работах. Она улучшает структуру металла, уплотняет его и этим увеличивает коррозионную стойкость и повышает механические свойства сварного соединения.

Металлы, имеющие малую пластичность при высоких температурах, должны коваться в холодном состоянии. Ковка закаливающихся при сварке сталей не рекомендуется из-за возможности появления трещин.

Сварное изделие исправляется от конечных деформаций (коробления) механической или термической правкой. Сущность правки заключается в придании изделию новых деформаций, уничтожающих первоначальные возникшие от сварки. Механическая правка изделия выполняется вручную тяжелым молотком или на станках и прессах, а термическая - местным нагревом изделия газовым пламенем.

Местный нагрев расширяет металл, а соседний холодный металл оказывает расширению горячего металла сопротивление, в результате чего в горячем металле возникают пластические напряжения сжатия.

После охлаждения нагретого участка его размеры уменьшаются во всех направлениях, что приводит к уменьшению или полному исчезновению деформации. Для получения максимального эффекта можно производить нагрев с одновременным охлаждением соседних участков водой.

Термическая правка выполняется рабочими, имеющими специальные навыки.

1.5. Оборудование, приборы и материалы

Для проведения лабораторной работы необходимы:

- плита, угольник, слесарный инструмент, струбцины;
- кантователь (лабораторный);
- прогибомер;
- сварочная головка А-140Г;
- сварочный трансформатор типа ТДФ-1001;
- пост ручной дуговой сварки;
- электроды типа Э-42 или 3-46 диаметром $3 \dots 4$ мм;
- сварочная проволока типа Св-08А диаметром $2 \dots 3$ мм;
- пластины из стали марки ВСтЗсп размером $(4 \dots 8) \times (100 \dots 150) \times (300 \dots 500)$ мм;
- пост газовой сварки;

- инертные газы (углекислый газ или аргон);
- индивидуальные средства защиты.

1.6. Вопросы для самопроверки и контроля подготовленности студента

1. Как факторы и причины ответственны за возникновение напряжений и появление деформаций в сварных конструкциях?
2. Какие дефекты формы возможны при сварке балок и причины их возникновения?
3. Какие имеются способы устранения грибовидности и серповидности балок?
4. Какие знаете способы и последовательности выполнения поясных швов балок?
5. В чем достоинство сварки поясных швов "в лодочку" перед способом сварки двумя наклонными электродами?
6. В чем заключается механизм исправления деформаций балок местным нагревом?
7. Какие мероприятия позволяют повысить точность изготовления балок и уменьшить объем правки?
8. Что называется деформацией?
9. Какая разница между упругой и пластической деформацией?
10. Как влияет температура нагрева на предел текучести стали?
11. Объясните явления возникновения напряжений и деформаций при нагреве и охлаждении стального образца.
12. Начертите схему распределения продольных напряжений в стыковом сварном соединении.
13. Назовите виды деформаций сварных пластин и изделий.
14. Назовите способы борьбы с деформациями при сварке изделий.
15. В чем заключаются механический и термический способы правки сварного изделия?

2. Проведение лабораторной работы

2.1. Порядок проведения лабораторной работы

1. Подготовить образцы для сварки двутавровой балки: зачистить заусенцы, места под сварку.
 2. Рассчитать прогиб балки для следующих вариантов наложения поясных швов: I) 1-2-3-4; II) 1-3-4-2; III) 1-4-2-3
- Формулы для расчета [3]:

$$K_p = \frac{M\ell^2}{8EJ}; \quad M = P_{yc} \cdot \ell; \quad P_{yc} = 1,7 \cdot D \cdot K^2;$$

где, P_{yc} - усадочная сила, действующая по оси шва;

ℓ - расстояние от центра тяжести сечения до центра тяжести шва (эксцентриситет), см;

L - длина балки, см;

f - прогиб балки, см (рис. 6);

J - момент инерции поперечного сечения, см⁴;

EJ - жесткость балки;

E - модуль упругости, равный $2,1 \times 10^6$ кг/см²;

D - 30000 и 40000 - соответственно при автоматической и ручной сварке;

K - катет углового шва, см.

Суммарный прогиб - алгебраическая сумма прогибов от каждого шва.

Сборку балки по разметке осуществить

в такой последовательности:

- установить на длине полки попарно четыре уголка и прихватить их;
- установить в уголки стенку;
- выверить ее перпендикулярность полке с помощью угольника;

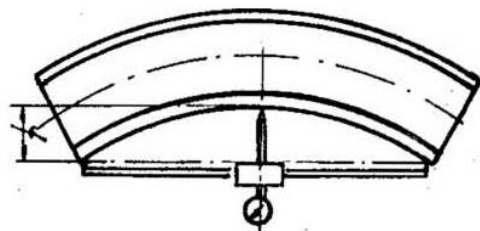


Рисунок 6. – Схема замера прогиба двутавровой балки.

- полки к стенке прихватить в точках;
- затем установить вторую полку с прихваченными уголками;
- в уголки установить собранный тавр;
- произвести прихватку;
- получим двутавровую балку.

Собранную балку установить на кантователь, обеспечивая возможность автоматической сварки "в лодочку" по принятым трем вариантам. После наложения каждого шва производить замеры стрелы прогиба и результаты замера фиксировать в табл. 1.

Таблица 1. – Результаты исследований.

Вариант сварки	Прогиб, см	
	расчетный	фактический
1		
2		
3		

Рассчитать параметры термической правки балки. Расстояние между участками нагрева (рис. 7):

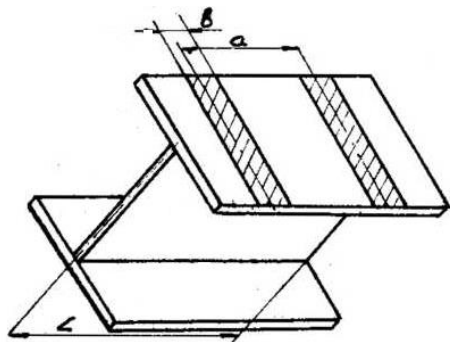


Рисунок 7. – Схема термической правки двутавровой балки.

$$a \leq \sqrt{\frac{f_{\text{доп}}}{f}};$$

где, $f_{\text{доп}}$ - допускаемая величина прогиба, см (принимается по нормативам);

L - длина балки, см;

f - прогиб балки, после наложения всех швов, см (рис. 6);

Число участков нагрева:

$$n \geq \sqrt{\frac{f}{f_{\text{доп}}}} - 1$$

Ширина нагрева:

$$b = a - \sqrt{\frac{a^2 - 23 \cdot f \cdot J}{\alpha \cdot T \cdot S \cdot L^2}} - 1;$$

где, T - температура нагрева, $T = \frac{4\xi_T}{\alpha}$ - для стали марки Ст3 $T = 580...620^\circ\text{C}$;

J - момент инерции поперечного сечения, см^4 ;

α - коэффициент линейного расширения;

S - толщина полки, см ;

ξ_T - величина деформации, соответствующая переходу из упругого состояния в пластическое, $\xi_T = \frac{\sigma_T}{E}$.

Наметить на балке участки нагрева согласно расчетным данным и произвести термическую правку балки. Замерить прогиб балки после правки.

2.2. Обработка результатов эксперимента

Построить графики расчетного и фактического прогибов балки от наложения каждого шва по данным табл. 1.

3. Выводы

Сравнить расчетные и фактические прогибы балки для исследуемых вариантов сварки балки, объяснить причины их расхождения, выбрать оптимальный вариант сварки балки, оценить эффективность термической правки.

4. Оформление отчета

В отчете отразить цель и описание последовательности работы, результаты расчета прогиба по каждому варианту и замера прогибов при сварке балки, расчета параметров термической правки, выводы по работе.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Приложение А

А.1. Структура технологического процесса

Комплект документации технологического процесса (рис. 1) состоит из различных технологических операций (сборки, сварки, транспортирования, контроля и др.). Операции, в свою очередь, делятся на переходы. Нумерацию операций следует выполнять числами ряда арифметической прогрессии, *например: 5, 10, 15, 20 и т.д.*

Промежуточные цифры для нумерации операций технологического процесса, используются при необходимости дополнительной нумерации операций, которые разрабатываются дополнительно или вместо аннулированных. Учета изменения чертежа изделия, уточнение технологического процесса и т.д. Нумерация аннулированной операции не применяется.

***Например:** в МК аннулирована операция 15 и вместо нее вводятся две другие операции: одной из них присваивается номер 16, а 17 второй, а номер 15 больше не применяется.*

В условиях обработки или проектирования документов с применением средств вычислительной техники нумерацию операций следует выполнять трехзначным числом, *например: 005; 010; 015 и т.д.* Допускается применять четырехзначную нумерацию, *например: 0005; 0010; 0015; 0020 и т.д.*



Рисунок 1. - Структура технологического процесса: 05, 10, 15 - номера операций; 1, 2, 3, 4 - номера переходов.

А.2. Виды технологических документов

В зависимости от назначения технологические документы подразделяются на основные и вспомогательные.

К **основным** относят **документы**, содержащие сводную информацию, необходимую для решения одной или комплекса инженерно-технических задач. Они полностью и однозначно определяют технологический процесс (операцию) изготовления заданного изделия. К вспомогательным относят документы, применяемые при разработке, внедрении и функционировании технологических процессов и операций.

Документы общего назначения (ГОСТ 3.1105-84) применяются в отдельности или в комплектах документов независимо от применяемых методов изготовления. К ним относятся титульный лист (ТЛ), карта эскизов (КЭ) и технологическая инструкция (ТИ).

Титульный лист (ТЛ) - документ, предназначенный для оформления

комплекта технологической документации или отдельных видов технологических документов. Он является первым письмом комплекта технологических документов.

Карта эскизов (КЭ) - графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, и предназначен для объяснения выполнения технологического процесса, операции или хода изготовления или ремонта изделия.

Технологическая инструкция (ТИ) - документ предназначен для описания технологических процессов, методов, приемов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий, правил эксплуатации, средств технологического оснащения. Применяется с целью сокращения объема разрабатываемой технологической документации.

К документам специального назначения относятся документы, применяемые при описании технологических процессов в зависимости от типа и вида производства и применяемых технологических методов изготовления или ремонта изделий.

К наиболее часто применяемые при разработке единичных технологических процессов (ЕТП) относятся следующие документы:

Маршрутная карта (МК) - документ, предназначенный для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления изделия в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастки, материальных нормах и трудовых затратах. МК является обязательным документом. допускается вместо МК использовать соответствующую карту технологического процесса.

Карта технологического процесса (КТП) – документ, предназначенный для операций описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия в технологической последовательности всех операциях одного вида формообразования, обработки или ремонта, с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Операционная карта (ОК) - документ, предназначенный для описания технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах. Применяется при разработке единичных технологических процессов.

Комплектовочная карта (КК) - документ, предназначенный для указания данных о деталях, входящих в комплект собираемого изделия, и применяется при разработке технологических процессов сборки.

Ведомость оснастки (ВО) - документ, предназначенный для указания применяемой технологической оснастки при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта изделия

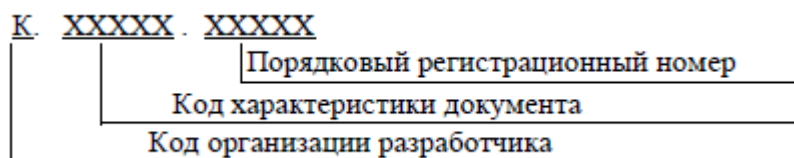
А.3. Обозначения технологических документов

Система обозначения технологических документов (табл. 1) предназначена для обозначения комплектов документов на изделия, комплектов докумен-

тов на технологические процессы (операции) и отдельных видов технологических документов, имеющих самостоятельное применение в основном и вспомогательном производствах с целью упорядочения учета, обращения и использования информационно-поисковых систем.

Структура обозначения технологических документов для комплектов на изделие, комплектов документов на процессы (операции) и ОТДЕЛЬНЫХ видов документов устанавливается в соответствии с рис. 2.

Рисунок 2. - Структура обозначения технологических документов.



Код характеристики документа устанавливается в соответствии с рис. 3.

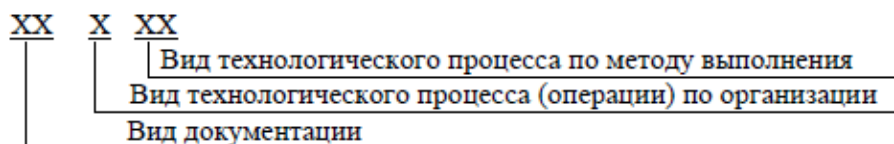


Рисунок 3. - Структура обозначения технологических документов.

Вид документации устанавливается в соответствии с табл. 2.

Таблица 1. - Коды технологических документов.

Код	Вид документа
1	2
02	Комплект документов технологического процесса (операции).
06	Комплект директивной технологической документации.
10	Маршрутная карта.
20	Карта эскизов.
25	Технологическая инструкция.
30	Карта комплекта.
40	Ведомость технологических документов.
41	Ведомость технологических маршрутов.
42	Ведомость оснастки.
43	Ведомость материалов.
44	Ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (операции).
45	Ведомость сборки изделий.
46	Ведомость оборудования.
48	Ведомость удельных норм расхода материалов.
50	Карта технологического процесса.
55	Карта типового (группового) технологического процесса.
57	Карта типичный (групповой) операции.
59	Карта технологической информации.
60	Операционная карта.
62	Карта наладки.
70	Технологическая ведомость.
71	Ведомость применяемости.

Продолжение табл. 1.

1	2
72	Ведомость операций.
75	Технико-нормировочная карта.
77	Ведомость деталей, изготовленных из отходов.
78	Ведомость дефектации.
79	Ведомость стержней
80	Ведомость держателей подлинников.

Примеры: 1. Комплект документов единичного технологического процесса сварки: НТУ «ХПИ» 02190 00034.

2. Комплект документов единичного технологического процесса изготовления сварной конструкции: НТУ «ХПИ» 02100 00036.

3. Маршрутная карта изготовления сварной конструкции: НТУ «ХПИ» 10100 00039.

4. Операционная карта сварки: НТУ «ХПИ» 60190 00139.

Таблица 2. - Содержание граф основной надписи.

№ графы	Содержание графы
1	2
1	Сокращенное наименование или условное обозначение предприятия разработчика документа
2	Для документов, разрабатываемых на единичные технологические процессы (операции) или отдельные виды документов - обозначение изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу
1	2
4	Обозначение документа по ГОСТ 3.1201-85
5	Буква, присвоенная документу по ГОСТ 3.1102-81
6	Для документов, разрабатываемых на единичные технологические процессы (операции) - название изделия (детали, сборочной единицы) по основному конструкторскому документу
13	Фамилии лиц, участвующих в разработке и оформлении документа
14	Подписи лиц, ответственных за разработку, оформление документа, за внесение в него изменений
15	Дата подписи
25	Обозначение основного документа, куда входит данный документ
26	Общее количество листов документа
27	Порядковый номер страницы документа

А.4. Основная надпись технологических документов

Основная надпись технологического документа (ГОСТ 3.1103-85) предназначена для указания назначения и области применения документов (комплекта документов) и для соответствующего оформления его с указанием действующих лиц, их подписей и даты выполнения. Она применяется для всех видов документов, предусмотренных ГОСТ 3.1102-81.

Основная надпись представлена в виде информационных блоков:

БЛОК 1 (Б1) - блок адресной (поисковой) информации;

БЛОК 2 (Б2) - блок состава исполнителей;

БЛОК 3 (Б3) - блок внесения изменений;

БЛОК 4 (Б4) - блок дополнительной информации;

БЛОК 5 (Б5) - блок вспомогательной информации;

БЛОК 6 (Б6) - блок вида и назначения документа.

В зависимости от назначения и способа выполнения документа блоки основной надписи могут иметь различные формы, *например: Б1 ф1, Б1 ф2, Б3 Ф3, Б1 Ф4 и т.д.*

Расположение блоков на первом (заглавном) листе, обратной стороне или на следующих письмах документов одного вида зависит от:

- вида документа и его назначения;
- формата документа;
- применяемого способа печати бланка документа;
- расположение поля подшивки.

Технологические документы оформляются на следующих форматах:

- А4 с горизонтальным расположением поля подшивки;
- А4 с вертикальным расположением поля подшивки;
- А3.

В этом пособии рассматривается форма основной надписи для форм документов формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки. Основная надпись первого (заглавного) листа представлена на рис. 4. На следующих листах основная надпись имеет вид, представленный на рис. 5. Отличие заключается в том, что в ней отсутствует блок состава исполнителей (Б2).

Графы форм блоков основной надписи следует заполнять в соответствии с табл. 2 (нумерация граф данная соответствии с ГОСТ 3.1103-82).

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 2	
Дубл.															
Взам.			Б4								Б3				
Подл.							Б3								
Б5 ф1										25			26	27	
Разраб.	13		14	15	1	2		Б1 Ф1		4					
	Б2 ф2														
Н. контр.					6								5		
А	Пех.	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа					

Рисунок 4. – Основний напис першого (заголовного) аркушу.

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1б	
Дубл.															
Взам.		Б4										Б3			
Подл.						Б3									
Б5 ф1б											25			27	
											Б1 ф1а		2	4	
		Б3					Б3								

Рисунок 5. - Основний напис наступних аркушів.

A.5. Документы общего назначения

К документам общего назначения (ГОСТ 3.1105-84) относятся:

- Титульный лист (ТЛ),

- Технологическая инструкция (ТИ),
- Карта эскизов (КЭ).

Титульный лист применяется при оформлении комплекта технологических документов или отдельных технологических документов, если они имеют самостоятельное применение. ТЛ является первым письмом комплекта технологических документов. ТЛ следует оформлять на формах А-4 ГОСТ 3.1105-84. В настоящем пособие рассматривается форма 2 для документации, выполненной на формате А4 с горизонтальным расположением поля подшивки. Пример ТЛ приведен на рис. 6.

Технологическая инструкция (ТИ) применяется для описания:

- технологических процессов, имеющих непрерывный характер действия, *например: технологические процессы металлургического производства, химического производства и т.д.*;
- технологических процессов, специализированных по отдельным методам, формы документов которых не установлены стандартами ЕСТД;
- работы, имеет общий или повторяющийся характер, *например: приготовления электролитических растворов, клеев, смесей материалов и т.п.*
- правил эксплуатации средств технологического оснащения;
- физических и химических явлений, возникающих при выполнении отдельных технологических операций;
- работы по настройке или регулированию.

Описание в ТИ следует выполнять в технологической последовательности выполнения действий и соответствии с требованиями ГОСТ 3.1131-93. При разработке ТИ следует предусматривать вступительную часть, в которой должна быть отражена область распространения и назначения данного документа. В зависимости от содержания текст ТИ можно разбить на разделы и подразделы.

Карта эскизов (КЭ) применяется для разработки графических иллюстраций, таблиц к текстовым документам. Для разработки КЭ применяют следующие формы:

- 6 и 6а - для формата А4 с вертикальным расположением поля подшивки;
- 7 и 7а - для формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки (рис. 7, 8);
- 8 и 8а - для формата А3.

Формат КЭ должен соответствовать формату других документов технологического процесса.

При разработке одной КЭ до нескольких операций номер операции проставляют под основной надписью или на каждом эскизе.

Для сокращения процедуры оформления допускается применять взамен первого или заглавного листа КЭ последующие письма, если КЭ и основной технологический документ разрабатывается одним исполнителем. В этом случае КЭ следует проставлять обозначения того документа, к которому КЭ относится с применением сквозной нумерации листов в пределах данного документа.

А.6. Оформление маршрутной карты

Маршрутная карта (МК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 (рис. 9, 10) и применяется при разработке технологических процессов изготовления или ремонта изделий в основном и вспомогательном производствах.

Маршрутная карта (МК) является составной и неотъемлемой частью комплекта технологических документов. Формы МК являются унифицированными, и их следует применять независимо от типа и характера производства и степени детализации описания технологических процессов.

Выбор и установка сферы применения соответствующих форм МК зависит от разрабатываемых видов технологических процессов, специализированных по применяемым методам изготовления и ремонта изделий и их составных частей, назначение формы в составе комплекта документов и применяемых методов проектирования документов. Выбор и установка области применения форм МК осуществляет разработчик документов в соответствии с порядком, установленным в отрасли или на предприятии (в организации).

При выполнении курсовых и дипломных проектов (работ) рекомендуется применять формы документов формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки. При этом не запрещается применять и другие формы документов. При маршрутном и маршрутно-операционном описании технологического процесса МК является одним из основных документов, на котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций.

При операционном описании технологического процесса МК выполняет роль сводного документа, в котором указывается адресная информация (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты.

Оформление форм, бланков и документов осуществляется по ГОСТ 3.1130-93.

Для изложения технологических процессов в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

Служебные символы условно выражают состав информации, размещается в графах данного типа строки, и предназначены для обработки содержащейся информации средствами механизации и автоматизации.

Простановка служебных символов является обязательным и не зависит от применяемого метода проектирования документов.

Примечание. Допускается не проставлять служебный символ на следующих строках, несущих ту же информацию, при описании одной и той же операции на данном листе документа, для документов, заполняемых рукописным способом, или с помощью печатной машинки и не подлежат обработке средствами механизации и автоматизации.

Как обозначение служебных символов приняты буквы русского алфавита, которые ставятся перед номером соответствующей строки и выполняются большой буквой, *например: M01, A12 и т.д.*

[illegible]

Рисунок 6. - Образец формы 1а титульного листа по ГОСТ 3.1407-.86.

Рисунок 7. - Образец формы 7 карты эскизов, первая страница по ГОСТ 3.1407-86.

Рисунок 8. - Образец формы 7а карты эскизов, вторая страница по ГОСТ 3.1407-.86.

Указание соответствующих служебных символов для документов формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки для типов строк, в зависимости от размещается состав информации в графах МК следует выполнять в соответствии с табл. 3.

Служебные символы, применяемые на строках, в которых указаны наименование и обозначение граф, рекомендуется выполнять типографским способом.

На строках, расположенных ниже граф, в которых указаны их наименования и обозначения, служебные символы проставляет разработчик документов с учетом выбранного им способа заполнения документов.

При заполнении информации на строках, имеющих служебные символы А, Б, К, М, следует руководствоваться правилами заполнения соответствующих граф, расположенных на этих строках.

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ О, следует руководствоваться требованиями государственных стандартов ЕСТД седьмой классификационной группы, устанавливающих правила записи операций и переходов. Запись информации следует выполнять в технологической последовательности по всей длине строки с возможностью, при необходимости, перенос информации на следующие строки. При операционном описании технологического процесса на МК номер перехода следует проставлять в начале строки.

Таблица 3. - Служебные символы технологических документов.

Обозначения служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции.
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам.
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода.
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовки, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода.
О	Содержание операции (перехода).
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастки

При заполнении информации на строках, имеющих служебный символ Т, следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и на-

[illegible]

Рисунок 9. - Образец формы 2 маршрутной карты эскизов, первая страница по ГОСТ 3.1407-86.

[illegible]

Рисунок 10. - Образец формы 2а маршрутной карты эскизов, вторая страница по ГОСТ 3.1407-86.

именование технологической оснастки. Информацию по применяемой на операции технологической оснастки записывают в следующей последовательности:

- приспособления;
- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- слесарно-монтажный инструмент;
- специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), *например: при сварке, штамповка и т.п.;*
- средства измерения.

Запись следует выполнять по всей длине строки с возможностью, или необходимостью, переноса информации на следующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через знак «;». Количество одновременно применяемых единиц технологической оснастки следует указывать после кода (обозначение) оснащение, заключая в скобки, *например: АБВГ XXXX.XXXX (2) - фреза дисковая.*

Примечания:

1. В случае неприменения любой технологической оснастки, записывают в оснащение, следующую по порядку очередности.
2. Допускается не указывать количество применяемых единиц технологической оснастки.

Для документов формата А4 с горизонтальным расположением поля подшивки в общем случае информация записывается в последовательности А, Б, К, М, О, Т.

При разработке типовых и групповых технологических процессов в МК следует указывать только постоянную информацию, относящуюся к всей группе изделий (деталей, сборочных единиц).

При применении форм МК для разработки технологических процессов при производстве опытного образца (опытной партии) допускается выполнять графические изображения изделий (деталей, сборочных единиц) или технологических установив непосредственно на поле документа, взамен карты эскизов (КЭ). В этом случае всем строкам, занятым графическим изображением, будет присваиваться служебный символ О.

Таблица 4. - Содержание информации в основной надписи.

Номер графы	Наименование (условное обозначение) графы	Содержание информации
1	2	3
1	—	Наименование организации - разработчика.
2	—	Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий.
3	Код	Код материала по классификатору.
4	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала по Классификатору СОЕВС. Допускается указывать единицы измерения величины.

Продолжение табл. 4.

1	2	3
4	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала по Классификатору СОЕВС. Допускается указывать единицы измерения величины.
5	МД	Масса детали по конструкторскому документу.
6	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, <i>например: 1, 10, 100.</i>
7	Н. расх.	Норма расхода материала.
8	КИМ	Коэффициент использования материала. При автоматизированном проектировании допускается графу не заполнять.
9	Код заготовки	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливки, прокат,ковка и т.п.).
11	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.
12	МЗ	Масса заготовки.
14	Цех	Номер (код) цеха, в котором выполняется операция.
15	Участ.	Номер (код) участка, конвейера, поточной линии и т.п.
16	РМ	Номер (код) рабочего места.
17	Опер.	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещения).
18	Код, наименование операции	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Допускается код операции не указывать.
19	Обозначение документа	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Состав документов следует указывать через разделительный знак "," с возможностью, или при необходимости, переносить информацию на следующие строки.
20	Код, наименование оборудования	Код оборудования по классификатору, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Информацию следует указывать через разделительный знак "," Допускается вместо краткого наименования оборудования указывать его модель. Допускается не указывать инвентарный номер.
22	Проф.	Код профессии по классификатору ОКПДТР.
23	Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операции.
24	УТ	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы.
25	КР	Количество исполнителей (рабочих), занятых при выполнении операции.
26	КОИД	Количество одновременно изготавливаемых (Обрабатываемых, ремонтируемых) деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции. Примечание. При выполнении процесса перемещения следует указывать объем грузовой единицы - количество деталей в таре.
27	ОП	Объем производственной партии в штуках.
28	Кшт	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании.

Продолжение табл. 4.

29	Тпз	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию.
30	Тшт	Норма штучного времени на операцию.
31	Наименование детали, сб. единицы или материала	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов, применяемых при выполнении операции. Примечание. Допускается не заполнять строку.
32	Обозначение, код	Обозначение деталей, сборочных единиц по конторской документа или материалов по классификатору.
33	ОПП	Обозначение подразделения (склада, кладовой и т.п.), откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы; при разборке: - куда поступают.
34	КИ	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; при разборке - количество получаемых.

Примечание: номера срок соответствуют ГОСТ 3.1118-82.

А.7. Правила оформления операционной карты

Оформление операционных карт (рис. 12) производится в соответствии с 4-й группой стандартов ЕСТД. Требования к заполнению и оформлению технологических документов на основные и сопутствующие процессы и операции, специализированные по методам сбора (включая сварку, пайку, клепку, монтаж и т.д.), устанавливаются в соответствии с ГОСТ 3.1407-86.

При описании технологических процессов сварки и пайки, независимо от типа и характера производства, документы на основные операции должны предусматривать операционное описание с обязательным указанием режимов.

При применении форм МК, выполняющих функции документов других видов, их оформление следует выполнять в соответствии с правилами для документов применяемых для видов, предусмотренными стандартами ЕСТД. При этом в графе блока Бб основной надписи следует проставлять через дробь условное обозначение соответствующего вида документа, функции которого выполняет МК, *например: МК / КТП, МК / ОК и т.д.* При описании операции запись информации следует выполнять в следующем порядке с привязкой к служебным символам:

А, Б, К / М, О, Т, Р.

При применении форм МК / ОК запись информации в графах, относящихся к служебным символам А и Б, следует выполнять по ГОСТ 3.1118-82 с учетом дополнений:

- В графе «Обозначение документа» следует приводить ссылки на применяемые ТИ и инструкции по охране труда (ИОТ)

- В графе «Код, наименование оборудования» дополнительно для сварочных операций, при необходимости, указывать род сварочного тока;

- Не заполнять графы по трудозатратам, кроме граф «Т_{пз}» и «Т_{шт}», в которые следует вносить данные по суммарному вспомогательному и основному времени, соответственно.

PC1 – для дуговой электрошлаковой и плазменной сварки															
PC1	ПС	НП	ДС	I_c	I_b	Пл	U	I	I_c	I_b	q_{03}	$q_{д3}$	q_K	Tн	Tп
PC2 – для электроннолучевой сварки															
PC2	I_n	U	I	$I_{ф}$	Tн	f	I_c	I_n							
PC3 – для газовой сварки															
PC3	ПС	НП	НМ	Rк	Rr										
PC4 – для контактной (кроме стыковой) сварки															
PC4	U	$F_{пр}$	$T_{пр}$	L	F1	T1	Tп	L	F2	T2	Fк	Tк	I_c	E	
PC5 – для контактной стыковой сварки															
PC5	I_{yc}	Пр	Пр1	$F_{зж}$	U	L	F1	T1	I_0	L	F2	T2	Fк	Tк	
PC6 – для сварки трением															
PC6	I_{yc}	Пр	Пр1	п	F1	T1	F2	T2							
PC7– для диффузионной сварки															
PC7	Rв	T-ра	$F_{пр}$	F2	T2	I_n	I_{0x}								
PC8 – для контактной стыковой															
PC8	N	Расходим.	Dп	$I_{ф}$	I_b	I_c	q_{03}	$q_{д3}$	Tн	Tп					

Рисунок 12. – Типовые блоки технологических режимов сваривания.

Запись информации в графах, касающихся служебных символов К / М, независимо от применяемых форм документов следует выполнять в порядке:

- Информация о составных частях изделия;
- Информация об основных и вспомогательных материалах на операцию.

Для внесения изменений следует оставлять незаполненными одну-две строки между информацией о комплектующих составных частях изделия и данных об основных и вспомогательных материалах, а также перед описанием содержания первого перехода. При указании данных в графах, касающихся служебных символов К / М, для операций сварки и пайки дополнительно допускается использовать после наименования деталей, сборочных единиц марку и толщину материала, а в графах, предусматривающих внесение информации по основным и вспомогательным материалам, следует указывать данные о материалах для сварки и пайки, включая присадочный материал, припои, газы, флюсы и т.п.

В смысле основных переходов допускается включать дополнительную информацию:

- Данные по технологическим режимам, для которых типовые блоки не разработаны;
- Размеры сварных или паяных соединений (не приведенных на КЭ).

Необходимость и целесообразность отражения дополнительной информации устанавливает разработчик документов. Для указания форм и размеров сварных или паяных соединений следует применять вспомогательные знаки и обозначения:

- По ГОСТ 2.312-72 - для сварных соединений;
- По ГОСТ 19249-73 - для паяных соединений.

Указание данные по технологической оснастке следует выполнять с при-

вязкой к служебному символу Т в следующей последовательности:

- стапеле (СТ)
- приспособление (ПР);
- вспомогательный инструмент (ВИ)
- слесарный и слесарно-монтажный инструмент (СЛ)
- режущий инструмент (РИ)
- специальный инструмент (СИ)
- средства измерений (СИ).

С целью исключения дублирования информации данные об общей технологической оснастке, применяемой на всей операции, следует указывать после описания содержания первого перехода, при записи информации по технологической оснастке, применяемой для сварки и пайки, допускается указывать дополнительную информацию. **Например:** материал и размеры электродов для контактной сварки, размеры канавок для формирования сварного шва, диаметр сопла, номер мундштука для газовой горелки и т.п.

А.8. Оформление типовых блоков режимов

Параметры режимов, в зависимости от вида (способа) сварки и пайки, следует указывать в последовательности, предусмотренной в типовых блоках режимов (рис. 12).

Выбор соответствующего блока режимов и проставления параметров режимов осуществляет разработчик документов. Типовые блоки режимов могут быть внесены в бланки документов после строки со служебным символом К / М с привязкой к служебному символу Р. В этом случае формы документов будут специального назначения и распространяться только на сварку или пайку конкретных видов (способов).

Наиболее удобными формами документов для внесения типовых блоков технологических режимов в головку таблицы являются формы 2 и 1б МК по ГОСТ 3.1118-82 и ОК формы 1 и 1а по ГОСТ 3.1407-86. При наличии большого количества параметров режимов допускается размещать часть информации в строке со служебным символом В, после текста содержания перехода, отсутствуют в обычном блоке параметры режима допускается записывать по всей длине строки с возможностью переноса информации на последующие строки. Обозначения единиц величин параметров режима следует указывать в заголовке графы или непосредственно во время записи параметров.

При описании операций сварки следует применять типовые блоки режимов, представленных на рис. 12. При введении в формы документов блоков режимов в строке со служебным символом Р следует указывать сокращенное обозначение блока режимов, **например:** РСЗ - блок режимов газовой сварки, РП2 - блок режимов пайки в печи.

На следующих строках форм документов следует указывать только служебный символ Р. Образец заполнения операционной карты приведены на рис. 13. Графы блоков режимов сварки следует заполнять в соответствии с табл. 5.

Таблица 5. – Образец заполнения граф блоков режимов сварки.

Номер графы	Умове по-значення	Зміст інформації
1	2	3
1	ПС	Обозначение положения сварки по ГОСТ11969-79.
2	НП	Номер прохода для многослойных сварных швов.
3	ДС	Диаметр сопла для сварки в защитных газах.
4	LC	Расстояние от торца сопла до поверхности свариваемых деталей.
5	Le	Вылет электрода.
6	Пл	Обозначение полярности (П - прямая, О - обратная).
7	U	Напряжение при электрошлаковой сварке. Напряжение дуги.
8	I	Сила сварочного тока.
9	Vс	Скорость сварки.
10	Vп	Скорость подачи присадочного металла.
11	q _{оз}	Расход защитного (плазмообразующего) газа для основной защиты в единицу времени.
12	q _{дз}	Расход защитного (плазмообразующего) газа для дополнительной защиты в единицу времени.
13	q _к	Расход защитного газа для защиты корня шва в единицу времени.
14	T _i	Длительность импульса сварочного тока.
15	T _п	Продолжительность паузы между импульсами сварочного тока.
16		Резервная графа
17	l _п	Расстояние от электронной пушки к поверхности свариваемых деталей.
18	I _ф	Сила тока фокусирует пушки.
19	f	Частота импульсов.
20	НМ	Номер мундштука.
21	P _к	Давление кислорода.
22	P ₁₁	Давление горючего газа.
23	F _{пр}	Предварительное усилие сжатия.
24	T _{пр}	Продолжительность программы предварительного усилия сжатия.
25	I ₁	Сила тока первого импульса (подогрева).
26	F ₁	Сварочное усилие сжатия при первом импульсе (подогреве).
27	T ₁	Продолжительность первого импульса (подогрева).
28	I ₂	Сила тока второго импульса (сварка).
29	F ₂	Сварочное усилие сжатия при втором импульсе тока.
30	T ₂	Продолжительность второго импульса.
31	F _к	Ковочное усилие сжатия.
32	T _к	Продолжительность программы ковочного усилия.
33	E	Электрическая емкость конденсаторов (для конденсаторной сварки).
34	l _{yc}	Установочная длина заготовки.
35	Пр	Общий припуск.
36	Пр ₁	Припуск на оплавление. Припуск на осадку при нагревании заготовок.
37	F _{зж}	Усилие зажима стыковой машины.
38	Vo	Скорость оплавления.
39	n	Частота или угловая скорость относительного вращения заготовок.
40	P _м	Давление в камере после вакуумирования.
41	T-ра	Температура сварки.

Продолжение табл. 5.

42	V_H	Скорость нагрева.
43	V_{ox}	Скорость охлаждения.
44	N	Мощность излучения.
45		Расходы. Расхождение луча.
46	D_l	Диаметр луча.
47	l_f	Фокусное расстояние.
48	l_z	Углубление фокуса относительно поверхности сваривания.

Операция (переход) характеризуется «наименованием операции» и «Содержанием операции». Бланк операционной карты первый и второй лист показано на рис. 14, 15. Наименование операции записывается, как правило, именем существительным в именительном падеже. устанавливаются следующие формы записи операций (переходов):

- Полная;
- Короткая;
- Кодовое обозначение.

										ГОСТ 3.1407-86				Форма 1			
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
										ФЮРА 01100 00003				2		1	
Разраб.	Иванов И.И.				5.10.99	НГТУ "ХПИ"				.612 800 507				60191 00005			
Руковод.	Петров П.П.					кафедра											
						"Электросили"											
Н.контр.	Сидоров С.К.					Балка тавровая								040			
A	Цес.	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа							
B	Код, наименование оборудования					См	Проф	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	K _{из}	T _{из}	T _{из}	
K/M	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.рас		
PС1	ПС	НП	DC	lc	Is	Pl	U	I	Is	Is	qos	qds	qk	Tn	Tn		
A01	10	1	1	015	Сварка					ИОТ 127							
B02	Стеллаж, трансформатор сварочный ТД-306							4			1						
M03	Электроды сварочные					MP-3, Ø3м											
O04	1.Заварить дуговой сваркой покрытыми электродами корневой слой шва																
P05	H	1					24	160									
T06	Электрододержатель, маска сварочная																
O7																	
O08	2. Зачистить корневой слой шва от шлака																
T09	Молоток, зубило, металлическая щетка																
10																	
M11	Электроды сварочные					MP-3, Ø4											
O 12	3. Заварить дуговой сваркой покрытыми электродами заполняющий шов																
P13	H	1					24	160									
T14	Электрододержатель, маска сварочная																
OK	Дуговая сварка покрытыми электродами																

Рисунок 13. – Образец заполнения операционной карты.

Полная запись наименования операции совпадает с наименованием вида (способа) обработки, в которой указываются их действия, **например:** «Сборка вала», «Дуговая сварка покрытыми электродами», «Пайка композиционным припоем в вакууме в печи» и т.д.

Краткая запись наименования операции - это, как правило, существительное в именительном падеже, *например*: «Гибка», «Сборка», «Сварка» и т.д.

Кодовое обозначение следует применять при обработке данных техническими средствами, совместно с полной и краткой записью наименования операции. В данном пособии кодовое обозначение рассматриваться не будет.

[illegible]

Рисунок 14. - Образец формы 1а операционной карты, первая страница по ГОСТ 3.1407-86.

[illegible]

Рисунок 15. - Образец формы 2а операционной карты, вторая страница по ГОСТ 3.1407-86.

Запись «Содержание операции» бывает также полная и короткая. Полная запись содержания операции (перехода) выполняется при отсутствии графической иллюстрации и для указания всех действий, выполняемых исполнителем.

Сокращенную запись содержания операции (перехода) следует выполнять при наличии соответствующей графической иллюстрации, поясняющей выполнения операции (перехода). Порядок формирования записи содержания операции (перехода) приведены в стандартах.

При разработке документов следует отражать все необходимые требования и средства безопасности труда, обеспечивающих безопасность труда при выполнении обработки. Запись информации и оформления документов следует выполнять в соответствии с требованиями нормативно-технических документов системы стандартов безопасности труда (ССБЕ).

А.9. Слесарные. Слесарно-сборочные работы

Стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов в документах, применяемых при проектировании технологических процессов и операций, связанных с выполнением слесарных, слесарно-сборочных работ. Стандарт не распространяется на электромонтажные и настроечно-регулирующие работы.

Наименование операций (табл. 15) следует записывать в документы именем существительным в именительном падеже. Исключение составляет операция **«Слесарная»**. Допускается полная запись наименования операции с указанием выполняемых действий, *например: «Сборка вала», «Сборка крышки»* и др.

При записи операции допускается применять обобщенное или конкретное наименование. *Например: «Сборка», «Опиловка».*

Обобщенное наименование применяют для операций, включающих несколько различных действий, выполняемых на одном рабочем месте одним исполнителем и относящихся к одному виду работ. *Например: «Слесарная» операция, включающая выполнение таких действий, как разметка, накернивание, опиловка.*

При разработке технологического процесса на слесарные или сборочные работы, включающие несколько видов выполняемых работ (**обработка резанием, холодная штамповка** и др.), технологическую документацию следует применять из состава документов по данному виду работы. В целях исключения текстовой записи вспомогательных переходов при базировании и закреплении следует применять условные обозначения опор и зажимов, установленные государственными стандартами.

В содержание операции (перехода) (рис. 17) должны быть включены:

- **ключевое слово** — наименование действия, включающего определенные методы обработки или сборки изделия, и выраженное глаголом в неопределенной форме;
- **дополнительная информация**, характеризующая число обрабатываемых элементов поверхностей (*например: сверлить 3 отверстия*);
- **наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов**;

- информация по размерам или их условным обозначениям.

При проектировании технологических процессов допускается полная и сокращенная форма записи содержания операции и перехода. При отсутствии графического материала в полной записи содержания операции и перехода следует указывать размеры или другую дополнительную информацию (табл. 18), **например: «Опилить заготовку, выдерживая размеры $l=55$, $b=30$, обеспечивая параллельность плоскостей».**

При наличии графического материала следует указывать обозначение размеров или другую дополнительную информацию (табл. 18), **например: «Опилить заготовку, выдерживая размеры (1) и (2)», или «Опилить заготовку согласно чертежу».**

В сокращенной записи содержания операции (перехода) следует указывать условные обозначения обрабатываемых поверхностей (рис. 18), **например: «Опилить поверхности 1 и 2».**

В тексте записи содержания перехода допускается указывать дополнительную информацию, характеризующую обработку нескольких элементов поверхностей.

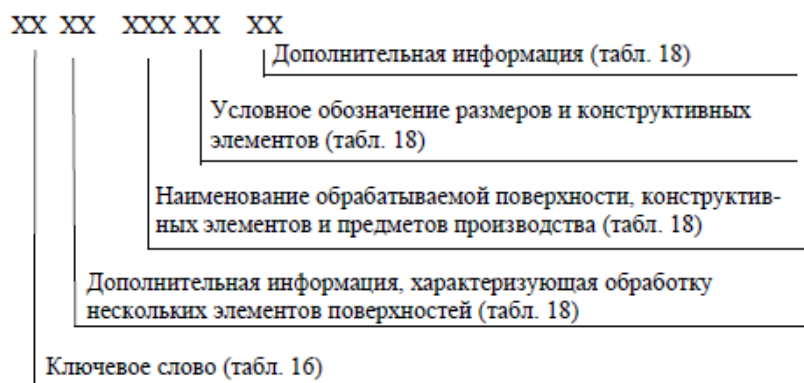


Рисунок 17. - Порядок формирования операции маршрутного описания слесарных и слесарно-сборочных работ.

При обработке поверхности с применением «п» переходов в содержании перехода следует указывать промежуточные размеры.

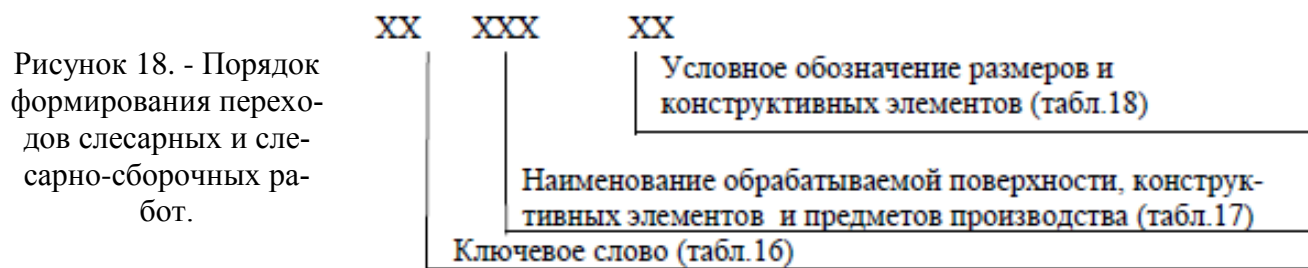


Рисунок 18. - Порядок формирования переходов слесарных и слесарно-сборочных работ.

Таблица 15. - Перечень операций.

Наименование слесарных операций		Наименование сборочных операций	
1	2	3	4
1. Слесарная	13. Отрезка	1. Сборка	13. Свинчивание
2. Гибка	14. Опиловка	2. Базирование	14. Установка
3. Гравировка	15. Очистка	3. Балансировка	15. Центровка

Продолжение табл. 15.

1	2	3	4
4. Доводка	16. Полировка	4. Застегивание	16. Штифтование
5. Зачистка	17. Правка	5. Закрепление	17. Шплинтование
6. Зенковка	18. Разметка	6. Запрессовывание	18. Разборка
7. Завивка	19. Разрезка	7. Клепка	19. Распрессовывание
8. Калибровка	20. Развертывание	8. Контровка	20. Расшплинтовывание
9. Керновка	21. Развальцовка	9. Маркирование	21. Расштифтовывание
10. Нарезка	22. Сверловка	10. Пломбирование	22. Распломбирование
11. Навивка	23. Смазывание	11. Склеивание	23. Развинчивание
12. Отрубка	24. Шабровка	12. Стопорение	

Таблица 16. - Ключевые слова.

Наименование ключевого слова		
Балансировать	Нарезать	Расшплинтовать
Базировать	Навить	Разобрать
Гнуть	Нанести	Распломбировать
Гравировать	Опилить	Расштифтовать
Завить	Отрубить	Сверлить
Застегнуть	Очистить	Смазать
Закрепить	Отрезать	Свинтить
Запрессовать	Править	Склеить
Зачистить	Притереть	Собрать
Застопорить	Пломбировать	Установить
Зенковать	Полировать	Центровать
Калибровать	Разметить	Шабрить
Кернить	Разрезать	Шплинтовать
Контрить	Развинтить	Довести
Клепать	Развальцевать	

Таблица 17. - Наименования обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов, предметов производства.

Наименование предметов производства			
Полное	Сокращенное	Полное	Сокращенное
Буртик	Бурт.	Отверстие	Отв.
Выточка	Выт-ка	Паз	—
Деталь	Дет.	Поверхность	Поверхн.
Заготовка	Заг-ка	Резьба	Р-ба
Изделие	Изд.	Ступень	Ступ.
Контур	К-р.	Сфера	—
Конус	Кон.	Торец	Т-ц
Лыска	Л-ка	Фаска	Ф-ка

А.10. Пайка и лужение

Стандарт устанавливает правила записи операций и переходов в технологических процессах пайки и лужения. Краткими наименованиями операций пайки и лужения являются, соответственно, «пайка» и «лужение».

Таблица 18. - Дополнительная информация.

Наименование предметов производства			
Полное	Сокращенное	Полное	Сокращенное
Согласно чертежу	Согл. черт.	Обеспечивая прилегание	Обеспеч. прилег.
Согласно эскизу	Согл. эск.	Обеспечивая параллельность	Обеспеч парал.
По разметке	По разм.		
По трафарету	По траф.	По шаблону	По шabl.
С точностью	С точн.	По реперным точкам	По реперн. тчк.
Обеспечивая герметичность	Обеспеч. гермет.	По оси ХУ	
		От краски	
		От ржавчины	От ржавч.

Таблица 19. - Примеры записи операций и переходов.

Запись операции и перехода	
Полное	Сокращенное
Базировать изделие, выдерживая размеры по X...-, Y...-, Z...-	Базировать изделие по оси X...-, Y... -, Z...-, Базировать изделие согласно чертежу
Гнуть деталь, выдерживая размеры 1 и 2	Гнуть деталь в размеры (1) и (2) Гнуть деталь согл. эскизу
Клепать детали 1 и 2, выдерживая размеры (2) и (3)	Клепать детали 1 и 2
Маркировать деталь, выдерживая размеры (1) и (2)	Маркировать деталь согласно эскизу
Нарезать резьбу, выдерживая размер	Нарезать резьбу (1) Нарезать резьбу
Опилить заготовку, выдерживая размеры (1), (2) и (3).	Опилить заготовку согласно эскизу.
Разметить деталь, выдерживая размеры (1), (2) и (3).	Разметить детали согласно чертежу.
Разрезать заготовку, выдерживая $l=20$, $b=35$	Разрезать заготовку согласно чертежу.
Сверлить отверстие, выдерживая размеры (1) и (2).	Сверлить отверстие 1.

Полное наименование операции пайки следует записывать в соответствии с табл. 20 по первым трем признакам. **Например:** «Пайка композиционным припоем в вакууме в печи». Полное наименование операции лужения следует записывать в соответствии с табл. 21.

Полное наименование операций пайки и лужения следует применять при маршрутном описании технологического процесса. При операционном описании в документах наименование операций следует записывать в краткой форме.

В содержание операции (перехода) должно входить:

- **ключевое слово**, выраженное глаголом в неопределенной форме («паять» или «лудить»);
- **наименование способа пайки или лужения**;
- **наименование объектов пайки или лужения**. (Наименование объектов не указывается, если они не обязательны для их идентификации.

Допускается по усмотрению разработчика документа включать в содержание операции.);

- **наименование способа принудительного заполнения зазора припоем;**
- **ссылка на документы.**

Порядок формирования записи содержания операции (перехода) пайки проводят по схеме на рис. 19.

Порядок формирования записи содержания операции (перехода) лужения проводят по схеме на рис. 20.

Для однозначного понимания записи содержания операции (перехода) пайки или лужения в запись необходимо вводить, соответственно, слово «**пайкой**» или «**лужением**».

Ключевое слово	«паять»	X	X	X	X
Наименование способа пайки (табл. 20)					
Наименование способа принудительного заполнения зазора припоем (табл. 22)					
Наименование объектов пайки (табл. 23)					
Ссылка на документы (табл. 24)					

Рисунок 19. - Порядок формирования записи содержания операции (перехода) пайки.

Рисунок 20. - Порядок формирования записи содержания операции (перехода) лужения.

Ключевое слово	«лудить»	X	X	X
Наименование способа лужения (табл. 21.)				
Наименование объекта лужения (табл. 23.)				
Ссылка на документы (табл. 24.)				

В содержании операции (перехода) должны быть отражены все необходимые действия по пайке (лужению) изделия или его составных частей, выполняемые в технической последовательности исполнителем или исполнителями на одном рабочем месте, **например: в содержании операции пайки могут присутствовать записи: «Протереть ацетоном поверхности, подлежащие пайке», «Контроль ОТК сборки под пайку».**

В случае выполнения на данном рабочем месте прочих видов работ, кроме пайки, выполняемых другими исполнителями, их действия также следует отражать в содержании операции, руководствуясь соответствующими нормативно-техническими документами.

В документы следует включать записи, отражающие все необходимые требования и средства, обеспечивающие качество изделия (**например: «При выполнении пайки обеспечить заполнение паяльного зазора на всю глубину»**).

При текстовой записи информации в документах допускается применять сокращения слов и словосочетаний, приведенные в табл. 20...25. При этом необходимо следить, чтобы информация понималась однозначно.

При разработке документа следует отражать все необходимые требования и средства, обеспечивающие безопасность труда во время пайки.

Запись информации и оформление документа следует выполнять в соответствии с требованиями нормативно-технических документов системы стандартов безопасности труда.

Таблица 20. - Наименование способов пайки.

Наименование		
Признака	Способа	
	Полная запись	Сокращенная запись
1	2	3
По получению припоя	Готовым полностью расплавляемым припоем	Гот. полн. распл. прип.
	Композиционным припоем	Комп. прип.
	Контактно-реактивный	Конт.- реакт.
	Реактивно-флюсовый	Реакт.- флюс.
	Контактно...твердогазовый	Конт. твердогаз.
По удалению окисной пленки	Флюсовый	Флюс.
	Ультразвуковой	Ультразв.
	В активной газовой среде	В акт. газ. ср.
	В нейтральной газовой среде	В нейт. газ. ср.
	В вакууме	В вак.
	Абразивный	Абразив.
По источнику нагрева	Паяльником	Паяльн.
	Нагретыми штампами	Нагр. штамп.
	Нагретыми блоками	Нагр. блок.
	Нагревательными матами	Нагрев. мат.
	Нагретым газом	Нагр. газ.
	Погружением в расплавленную соль	Погр. в распл. соль
	Погружением в расплавленный припой	Погр. в распл. прип.
	Волной припоя	Волн. прип.
	Экзотермический	Экзотерм.
	Электролитный	Электролит.
	В печи	—
	Газопламенный	Газоплам.
	Световыми лучами	Свет. луч.
	Инфракрасными лучами	Инфракр. луч.
	Лазерный	Лазер.
	Электронно...лучевой	Электронно...луч.
	Плазменный	Плазм.
	Дуговой	Дугов.
	Тлеющим разрядом	Тлеющ. разр.
	Индукционный	Индукц.
	Электросопротивлением	Эл. сопрот.
	Дуговым разрядом в вакууме	Дугов. разр. в вак.
	Конденсационный	Конденс.
По заполнению зазора припоем	Капиллярный	Капилл.
	Некапиллярный	Некапилл.
По кристаллизации паяного шва	С кристаллизацией при охлаждении	С крист. при охл.
	С кристаллиз. при выдержке (диффузионный)	С крист. при выдер. (дифф.)
По наличию давления	Под давлением	Под давл.
	Без давления	Без давл.

Продолжение табл. 20.

1	2	3
По заполнению зазора припоем	Капиллярный	Капилл.
	Некапиллярный	Некапилл.
По кристаллизации паяного шва	С кристаллизацией при охлаждении	С крист. при охл.
	С кристаллизацией при выдержке (диффузионный)	С крист. при выдер. (дифф.)
По наличию давления	Под давлением	Под давл.
	Без давления	Без давл.
По одновременности выполнения паяных соедин.	Одновременный	Одновр.
	Неодновременный (ступенчатый)	Неодновр. (ступ.)

Таблица 21. - Наименование способов лужения.

Наименование способа	
Полная запись	Сокращенная запись
Флюсовый	Флюс.
Ультразвуковой	Ультразв.
В активной газовой среде	В актив. газ. ср.
В нейтральной газовой среде	В нейтр. газ. ср.
В вакууме	В вак.
Абразивный	Абраз.
Абразивно-кристаллический	Абраз. - крист.
Абразивно-кавитационный	Абраз. - кавитац.

Таблица 22. - Наименование способов принудительного заполнения зазора припоем.

Наименование способа	
Полная запись	Сокращенная запись
Гидромеханический	Гидромех.
Вакуумированием	Вакуумир.
Электромагнитный	Эл. - маг.
Заливкой	Заливк.

Таблица 23. - Наименование объектов пайки или лужения.

Запись информации	
Полная	Сокращенная
Деталь	Дет.
Сборочная единица	Сб. ед.
Заготовка	Загот.
Образец-свидетель	Обр.-свид.
Технологическая проба	Технол. проба
Технологическая прокладка	Технол. прокл.
Технологическая пластина	Технол. пластина
Технологические отверстия	Технол. отв.
Дефект	

Таблица 24. - Ссылки на документы

Запись информации	
Полная	Сокращенная
Согласно чертежу	Согл. черт.
Согласно эскизу	Согл. эск.

Таблица 25. - Примеры полной и сокращенной записи содержания операций (переходов) пайки и лужения.

Номер примера	Полная запись содержания операции (перехода)	Сокращенная запись содержания операции (перехода)
1	Паять готовым, полностью расплавленным припоем с кристаллизацией при охлаждении одновременной электромагнитной пайкой сборочные единицы позиции 2 и 3 согласно чертежу	Паять гот., полн. распл. прип. с крист. при охл. одновр. эл.-магн. Пайкой сб. ед. поз. 2 и 3 согл. черт.
2	Лудить арбазивно-кристаллическим лужением детали позиции 1 и 2 согласно эскизу	Лудить абраз.- крист. лужением дет. поз. 1 и 2 согл. эск.
3	Паять контактно-реактивной диффузионной одновременной пайкой детали позиции 1 и 2	Паять конт.- реакт. дифф. одновр. пайкой дет поз. 1 и 2.

А.11. Сварка

Стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов сварки в документах, применяемых для описания технологических процессов и операций изготовления деталей и сборочных единиц.

Полная запись наименования операции совпадает с наименованием вида (способа) сварки в данной операции (табл. 27).

Краткой записью наименования операции является «Сварка».

Полную запись наименования операции следует применять в маршрутной карте при маршрутном описании технологического процесса, если входящие в операцию переходы не отличаются видом (способом) сварки.

Краткую запись наименования операции следует применять в документах любого вида, если входящие в операцию переходы отличаются видом (способом) сварки.

В остальных случаях форму записи наименования операции устанавливает разработчик документа. При необходимости в наименование операции включают указания о выполнении сварки прихватками, о степени механизации сварки и другие дополнительные сведения (*например*: «Ручная дуговая сварка прихватками», «Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом»).

Запись содержания операции (перехода) должна включать (рис. 17):

- **ключевое слово** (табл. 26);
- **наименование вида (способа) сварки** (табл. 27), если в документе применена краткая запись наименования операции;
- **информацию о прихватках**, содержащую данные об их размерах, количестве и/или расположении только для переходов с ключевым словом «**Прихватить**», если она отсутствует на эскизе или не указана в соответствующих графах документа;

- **указание на свариваемые детали, выполняемые швы или другие объекты** (табл. 30). При необходимости в запись содержания операции (перехода) включают особые условия сварки (положение сварки, последовательность ее выполнения и др.);

- **ссылку на документы**, содержащие информацию, которая дополняет или разъясняет текстовую запись (эскиз, чертеж и др.).

Таблица 26. - Ключевые слова

Сварить	Подварить
Прихватить	Заварить
Приварить	Выполнить

При записи информации о прихватках следует применять вспомогательные знаки и обозначения данных по ГОСТ 2.312–72 и стандартам на основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений.

При использовании в технологическом проектировании средств механизации и автоматизации инженерно-технических работ отсутствующий на печатающих устройствах знак «D» заменяют буквой «K», а строчные буквы и знак «±» – по правилам ГОСТ 2.004–79.

Особые условия сварки могут быть записаны отдельными предложениями (*например*: «Сварку производить после остывания до температуры ниже 473° К и зачистки каждого предыдущего валика») в конце записи содержания перехода (операции), на эскизе или в графе «Особые указания».

При описании операции следует указывать в технологической последовательности переходы зачистки, сборки и другие, если их выполняют на том же рабочем месте, где производится сварка, и те же исполнители. При этом следует руководствоваться правилами, установленными в соответствующих нормативно-технических документах.

В записи операции (перехода) допускается применять сокращения отдельных слов и словосочетаний (табл. 28...31), если при этом исключается возможность различного понимания.

Примеры:

Сварить детали _____.

Сварить дуговой сваркой в углекислом газе порошковой проволокой в положении «в лодочку» детали _____ согласно эскизу.

Сварить образцы-свидетели.

Сварить дуговой сваркой в инертных газах плавящимся электродом детали _____.

Прихватить детали согласно эскизу.

Прихватить 50±5/200±10 детали _____.

Прихватить 5+1/25±2 детали.

Прихватить контактной точечной сваркой 5+1/25±2 детали _____.

Прихватить контактной точечной сваркой d=5+1 в трех равноудаленных местах детали _____.

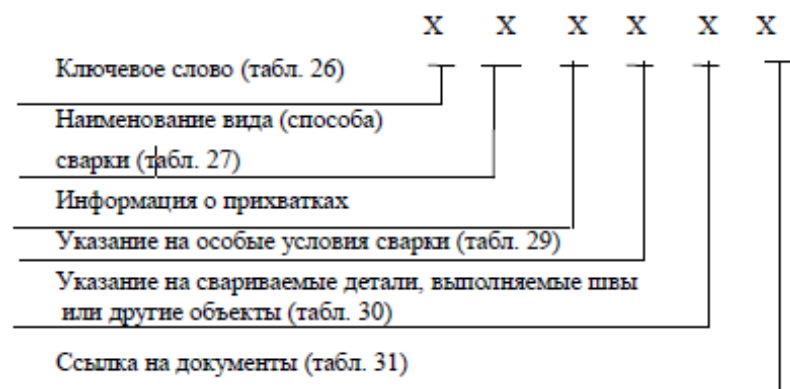


Рисунок 21. - Порядок формирования записи содержания операции (перехода) сварки.

Прихватить дуговой сваркой в углекислом газе порошковой проволокой швами $\Delta 6+1$, $30\pm 5/150\pm 10$ детали _____.

Прихватить швами $\Delta 8+1,5$, длиной 30 ± 5 в четырех диаметрально противоположных местах детали _____.

Приварить технологические пластины.

Заварить технологическое отверстие.

Выполнить замыкающий шов.

Выполнить одновременно швы _____.

Примечание. Линейка в примерах показана условно для определения места указания обозначений или номеров позиций деталей и сборочных единиц или указания номеров сварных швов по конструкторскому документу или эскизу.

Таблица 27. - Наименование операций (видов и способов) .

Газовая сварка
Газопрессовая сварка
Диффузионная сварка
Диффузионная сварка в активных газах
Диффузионная сварка в вакуум
Диффузионная сварка в инертных газах
Дуговая сварка
Дуговая сварка в азоте неплавящимся электродом без присадочного металла
Дуговая сварка в азоте неплавящимся электродом с присадочным металлом
Дуговая сварка в азоте плавящимся электродом
Дуговая сварка в вакууме неплавящимся электродом без присадочного металла
Дуговая сварка в вакууме неплавящимся электродом с присадочным металлом
Дуговая сварка в вакууме плавящимся электродом
Дуговая сварка в водяном паре
Дуговая сварка в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного металла
Дуговая сварка в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом
Дуговая сварка в инертных газах плавящимся электродом
Дуговая сварка в концентрических потоках инертного и активного газов неплавящимся электродом без присадочного металла
Дуговая сварка в концентрических потоках инертного и активного газов неплавящимся электродом с присадочным металлом
Дуговая сварка в концентрических потоках инертного и активного газов плавящимся электродом

Продолжение табл. 27.

Дуговая сварка в смеси инертных и активных газов плавящимся электродом
Дуговая сварка в углекислом газе неплавящимся электродом без присадочного металла
Дуговая сварка в углекислом газе неплавящимся электродом с присадочным металлом
Дуговая сварка в углекислом газе порошковой проволокой
Дуговая сварка в углекислом газе сплошной проволокой
Дуговая сварка под флюсом
Дуговая сварка порошковой проволокой
Дуговая сварка по флюсу неплавящимся электродом без присадочного металла
Дуговая сварка по флюсу неплавящимся электродом с присадочным металлом
Дуговая сварка по флюсу плавящимся электродом
Дуговая сварка покрытыми электродами
Дуговая сварка пучком покрытых электродов
Дуговая сварка самозащитной проволокой
Дугопрессовая сварка
Индукционная сварка
Индукционно-прессовая сварка
Ионно-лучевая сварка
Контактная сварка
Контактная рельефная сварка
Контактная стыковая сварка
Контактная точечная сварка
Контактная шовная сварка
Контактная шовно-стыковая сварка
Литейная сварка
Магнитно-импульсная сварка
Печная сварка
Плазменная сварка
Сварка взрывом
Сварка тлеющим разрядом
Сварка трением
Световая сварка
Термитная сварка
Термитно-прессовая сварка
Термокомпрессионная сварка
Ультразвуковая сварка
Ультразвуковая стыковая сварка
Ультразвуковая точечная сварка
Ультразвуковая шовная сварка
Холодная сварка
Холодная стыковая сварка
Холодная точечная сварка
Холодная шовная сварка
Шлакопрессовая сварка
Электронно-лучевая сварка
Электрошлаковая сварка

Таблица 28. - Сокращение слов и словосочетаний

Наименования операций и видов (способов) сварки	
полное	сокращение
1	2
Автоматическая	Автомат.
Ацетилено-кислородная	Ацетил. - кисл.
Бензино...кислородная	Бенз. - кисл.
Без присадочного металла	Без прис. мет.
В активных газах	В актив. газах
В водяном паре	В вод. паре
В инертных газах	В инерт. газах
В концентрических потоках	В концентрич. потоках
Водородно-кислородная	Водор. - кисл.
В углекислом газе	В углек. газе
Газовая	Газ.
Газопрессовая	Газопрес.
Диффузионная	Диф.
Дуговая	Дуг.
Дугопрессовая	Дугопрес.
Индукционная	Индукц.
Индукционно-прессовая	Индукц. - прес.
Ионно-лучевая	Ионно. - луч.
Керосино-кислородная	Керос. - кисл.
Контактная	Контакт.
Кузнечная	Кузн.
Лазерная	Лазер.
Лежачим электродом	Лежачим эл...дом
Магнитно...импульсная	Магн....имп.
Метано-кислородная	Метано-кисл.
Наклонным электродом	Накл. эл-дом
Неплавящимся электродом	Неплав. эл- дом
Оплавлением	Оплавл.
Плавящимся электродом	Плав. эл-дом
Плазменная	Плазм.
Полуавтоматическая	Полуавтомат.
Порошковой проволокой	Порош. провол.
Пропано-бутано-.кислородная	Пропан-бутан-.кисл.
Рельефная	Рельеф.
Самозащитной проволокой	Самозащ. провол.
Световая	Свет.
Сопротивлением	Сопрот.
Сплошной проволокой	Сплош. - провол.
С присадочным металлом	С прис. мет.
Стыковая	Стык.
Термитная	Термит.
Термитно...прессовая	Термитно-прес.
Термокомпрессионная	Термокомпр.
Точечная	Точеч.
Ультразвуковая	Ультразв.
Холодная	Холод.

Продолжение табл. 28.

Шлакопрессовая	Шлакопрес.
Шовно-стыковая	Шовно-стык.
Электронно-лучевая	Электр.-луч.
Электрошлаковая	Электрошл.

Таблица 29. - Указания на особые условия сварки.

Полное	Сокращенное
В вертикальном положении	В верт. полож.
В горизонтальном положении	В гориз. полож.
В нижнем положении	В нижи. полож.
В положении «в лодочку»	В полож. «в лодочку»
В полувертикальном положении	В полуверт. полож.
В полугоризонтальном положении	В полугориз. полож.
В полупотолочном положении	В полупотолоч. полож.
В потолочном положении	В потолоч. полож.
В установленной последовательности	В устан. послед.
Одновременно	Одновр.
С внутренней стороны соединения	С внутр. стор. соедин.
С наружной стороны соединения	С нар. стор. соедин.
С обеих сторон соединения	С обеих стор. соедин.
С принудительным формированием шва	С принуд. формир. шва
С сопутствующим подогревом	С сопут. подогр.

Таблица 30. - Указания на свариваемые детали, выполняемые швы или другие объекты.

Полное	Сокращенное	Полное	Сокращенное
Деталь	Дет.	Подварочный шов	Подвар. шов
Дефект	Деф.	Продольный шов	Прод. шов
Заготовка	Загот.	Сборочная единица	Сб. ед.
Замыкающий шов	Замык. шов	Технологическая проба	Технол. проба
Изделие	Изд.	Технологическая пластина	Технол. пласт.
Кольцевой шов	Кольц. шов		
Контрольная пластина	Контр. Пласт.	Технологическое отверстие	Технол. отв.

Таблица 31. - Ссылки на документы.

Согласно чертежу	Согл. черт.
Согласно эскизу	Согл. эск.

А.12. Ковка и горячая штамповка

Стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов ковки и горячей штамповки. Наименования операций следует записывать в документы именем существительным в именительном падеже.

При записи наименования операции (табл.32) допускается:

- применять обобщенную форму записи для формоизменяющих и разделительных операций: “Ковочная”, “Штамповочная”, если данные операции включают в себя несколько последовательно выполняемых действий, *например*: «Ковочная 1. Отрубить заготовку, выдерживая размер 1.2. Осадить

заготовку согласно эскизу»;

- указывать технологическую последовательность выполнения операций, *например*: “Протяжка 2-я”, “Гибка 3-я”;

- указывать код операций по “Классификатору технологических операций в машиностроении и приборостроении” без записи наименования операций.

При записи содержания операций “Передача”, “Разгонка”, “Раздача”, “Скручивание” допускается перед ключевым словом записывать слово “Произвести”, *например*: “Произвести разгонку -”, “Произвести раздачу”.

При описании технологических процессов, включающих (кроме наименований операцийковки и горячей штамповки) наименования операций других видов обработки, следует применять нормативно-технические документы, устанавливающие наименования операций дополнительно применяемых видов обработки, *например*: слесарной, обработки резанием.

Содержание операции (перехода) должно включать (рис. 20):

- ключевое слово, выраженное глаголом в неопределенной форме (табл. 21), *например*: “Обрезать”, “Прошить”, “Выдавить”;

- наименование предмета производства, обрабатываемой поверхности и конструктивного элемента изделия (табл. 34), *например*: “Заготовка”, “Плоскость”, “Отверстие”;

- информацию по размерам или их условным обозначениям (табл. 35);

- дополнительную информацию (табл. 26), определяющую тип ручья “Подкатной”, “Протяжной”, “Окончательный”, количество ударов, необходимых для обработки, и т.д.

Порядок формирования полной записи содержания операции (перехода) следует условно выражать в виде условного кода (рис. 22).

Полную запись содержания операции (перехода) следует выполнять при отсутствии графической иллюстрации и для указания всех действий, выполняемых исполнителем. В тексте содержания операций следует указывать выполняемые размеры и их предельные отклонения, *например*: “Осадить заготовку, выдерживая размер $H=52\pm0,54$ ”.

Сокращенную запись содержания операции (перехода) следует выполнять при наличии соответствующей графической иллюстрации, поясняющей выполнение операции (перехода), *например*: “Осадить заготовку согласно эскизу”.

Примеры полной и сокращенной формы записи содержания операций (переходов) приведены в табл. 37. В текстовой записи содержания операции (перехода) следует применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний в соответствии с рекомендуемыми приложениями и сокращения, установленные другими государственными стандартами.

При формировании записи содержания операции (перехода) следует руководствоваться тем, что:

- **дополнительная информация** определяет вид применяемого конструкторского или технологического документа, метод базирования заготовок, наладку технологического оборудования для выполнения определенной операции (перехода), число ходов ползуна для изготовления конструктивного эле-

мента поверхности;

Рисунок 22. - Порядок формирования полной записи содержания операции (перехода)ковки и горячей штамповки.

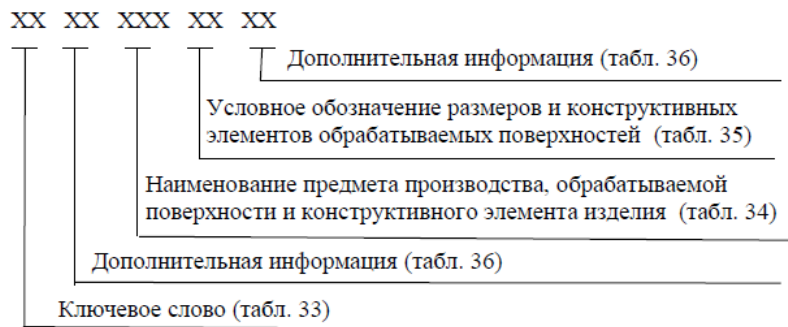


Таблица 32. - Наименования операций.

Наименование технологического метода	Наименование группы операций	Наименование операции	Наименование технологического метода	Наименование группы операций	Наименование операции
Ковка	Разделительные операции	Отрубка Надрубка Разрубка Ломка	Горячая штамповка	Разделительные операции	Отрезка Разрезка Пробивка Обрезка
	Формоизменяющие операции	Осадка* Протяжка* Передача Разгонка Прошивка* Раскатка Раздача* Проглаживание Обкатка Правка* Радиальное Обжатие		Формоизменяющие операции	Высадка Гибка* Скручивание Подкатка Обжим Чеканка Выдавливание Калибровка
			Общие операции		Нагрев Обдув Смазка

Примечания:

1. Знаком* отмечены операции, выполняемые методами ковки и горячей штамповки.
2. Допускается сокращенная форма записи наименования операции **“Радиальное обжатие”**– **“Обжатие”**.

- **дополнительную информацию “Согласно эскизу”** следует применять в тексте записи содержания операции (перехода) в случае, если имеющаяся информация в указанном документе дополняет или разъясняет запись операции (перехода);

- **предельные отклонения размеров** при машинописном (или с применением других печатающих устройств) заполнении документов записывают в одну строку после размера с заключением в скобки, **например:** 40 (–0,34); 100 (+0,6; –0,6).

Таблица 33. - Ключевые слова.

Отрубить	Прошить	Пробить	Кернить
Ломать	Раскатать	Обрезать	Выдавить
Надрубить	Раздать	Зачистить	Калибровать
Разрубить	Прогладить	Высадить	Ковать
Осадить	Обкатать	Гнуть	Штамповать
Протянуть	Править	Скрутить	Нагреть
Передать	Отрезать	Подкатать	Обдуть
Разогнать	Обжечь	Чеканить	Смазать
	Разрезать		

Таблица 34. - Наименование предметов производства, геометрических характеристик обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов.

Наименование			
полное	сокращенное	полное	сокращенное
Бурт	–	Плоскость	Плоск.
Головка	Гол.	Поверхность	Поверхн.
Деталь	Дет.	Поковка	–
Заготовка	Загот.	Пруток	–
Заусенец	–	Торец	–
Конец	–	Углубление	Углуб.
Контур	К-р	Угол	–
Отверстие	Отв.	Облой	–

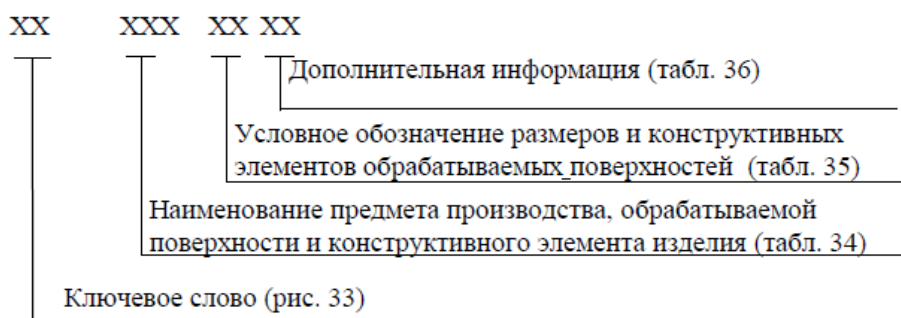


Рисунок 23. - Порядок формирования сокращенной записи содержания операции (перехода)ковки и горячей штамповки.

Таблица 35. - Условные обозначения размеров, конструктивных элементов обрабатываемых поверхностей.

Обозначения размеров, конструктивных элементов	Условные обозначения при проектировании	
	ручном	автоматизированном
Элементы поверхностей и размеры в тексте содержания операции (перехода)	1, 2,...	1, 2,...
Диаметр, длина и высота конструктивных элементов обрабатываемых поверхностей	d= l=; h= l=	D= L=; H= L=
Диаметр, высота, угол, радиус конструктивных элементов обрабатываемых поверхностей	d=: h= < r=	D=: H= УГОЛ R=

Таблица 36. - Дополнительная информация.

Наименование дополнительной информации	
полное	сокращенное
В формовочном ручье	В формов. ручье
В подкатном ручье	В подк. ручье
В протяжном ручье	В протяжн. ручье
В пережимном ручье	В пережимн. ручье
В гибочном ручье	В гиб. ручье
В высадочном ручье	В высад. ручье
В заготовительно-предварительном ручье	В загот. - предв. ручье
В предварительном ручье	В предв. ручье
В окончательном ручье	В оконч. ручье
В отрубном ручье	В отруб. ручье
За n удар (ов)	—
За n переход (ов)	За n перех.
Согласно эскизу	Согл. эск.
С базированием по упору	С базир. по упору
За ход ползуна	За ход полз.

Таблица 37. - Примеры полной и сокращенной записи содержания операции (перехода).

Запись операции	
полная	сокращенная
Отрубить от прутка заготовку, выдерживая длину l за 2 удара	Отрубить заготовку, выдерживая размер 1
Ломать заготовку, выдерживая длину l , за 1 удар	Ломать заготовку, выдерживая размер 1
Осадить заготовку, выдерживая размеры h и d , за 3–4 удара	Осадить заготовку согласно эскизу
Произвести передачу, выдерживая размеры l , b и h	Произвести передачу согласно эскизу
Прошить отверстие диаметром d на глубину l за 2 удара	Прошить отверстие, выдерживая размеры 1, 2
Обкатать слиток до диаметра d	Обкатать слиток согласно эскизу
Отрезать от прутка заготовку, выдерживая длину l	Отрезать заготовку согласно эскизу
Обрезать заусенец, выдерживая размеры b , l и h	Обрезать заусенец, выдерживая размеры 1 и 2
Штамповать в 1-м подкатном ручье, выдерживая размеры b , l и h за ... удар (ов)	Штамповать заготовку, выдерживая размеры 1 и 2
Штамповать заготовку, выдерживая размеры l , b , h и d за ... удар (ов)	Штамповать заготовку, выдерживая размеры 14

А.13. Литье

Стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов литья. Он распространяется на технологические документы, на все способы литья.

Наименование операций следует указывать в виде записи, имеющей краткую или полную форму.

При краткой форме записи наименование операции должно состоять из

имени существительного в именительном падеже (табл. 38).

При полной форме записи наименование операции должно состоять:

- **из краткой формы наименования операции** (табл. 38);
- **наименования предмета труда**, выраженного именем существительным в родительном падеже (табл. 40).

При полной записи наименования операции в ее состав допускается включать дополнительную информацию в соответствии с «**Классификатором технологических операций в машиностроении и приборостроении**».

Запись содержания операций следует выполнять в виде маршрутного или операционного описания.

При разработке технологических процессов, включающих, кроме операций и переходов литья, наименования операций и переходов других методов обработки, *например: термообработки, обработки резанием*, следует **применить отраслевые нормативно-технические документы, устанавливающие правила записи операций и переходов других методов обработки.**

При разработке документов следует отражать все необходимые требования и средства, обеспечивающие безопасность труда в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 3.1120–83.

В содержание операций и переходов литья должны быть включены:

- **ключевые слова** (табл. 39), характеризующие метод обработки, выраженные глаголом в неопределенной форме, *например: «залить», «выбить»;*
- **дополнительная информация** (табл. 41), характеризующая количество изготавливаемых предметов труда и конструктивных элементов, а также средства технологического оснащения, *например: «плавильный», «формовочная», и количество средств технологического оснащения;*
- **наименование предметов труда и конструктивных элементов** (табл. 40), *например: «стержень», «металл», «отливка»;*
- **дополнительная информация** о режимах (табл. 41);
- **ссылки на чертежи, технологические инструкции** и т.д.

Порядок составления записи содержания операции можно условно выразить в следующем виде:



При разработке технологических процессов применяют полную или сокращенную запись содержания операций и переходов литья.

Полную запись содержания операций и переходов литья следует применять при отсутствии графического изображения. В этом случае следует указывать дополнительную информацию в соответствии с табл. 41.

Сокращенную запись содержания операций и переходов литья следует применять при наличии соответствующего графического изображения и технологиче-

ских инструкций, поясняющих выполнение операций. В этом случае в записи содержания операций дополнительную информацию допускается не указывать. При текстовой записи информации в технологических документах допускается применять сокращения слов и словосочетаний, приведенные в табл. 40.

Выбор полной или сокращенной записи содержания операций и переходов определяется разработчиком документов.

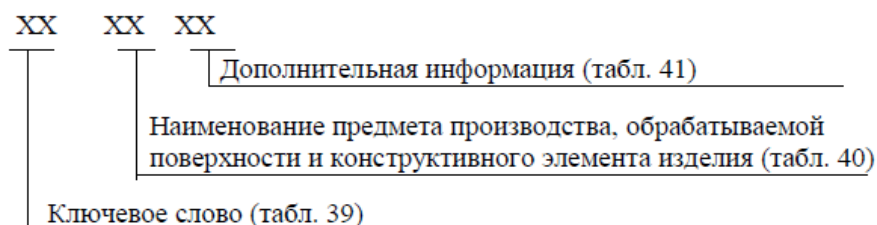


Рисунок 25. - Порядок формирования сокращенной записи содержания операции литья.

Примеры записи полной и сокращенной формы содержания операций и переходов приведены в табл. 42.

Таблица 38. - Перечень наименований операций.

Наименование операций		
1	2	3
Выбивка	Обдувка	Разборка
Выдержка	Обмазка	Размол
Выплавление	Обрубка	Распределение
Вытапливание	Окрашивание	Рафинирование
Грунтование	Отделка	Регенерация
Загрузка	Отрезка	Сборка
Заливка	Очистка	Склеивание
Извлечение	Охлаждение	Смазка
Изготовление	Плавка	Спекание
Исправление	Подсушка	Сушка
Крепление (закрепление)	Продувка	Удаление
Маркирование (литьем)	Прокалка	Уплотнение
Модифицирование	Подготовка	Установка
Нагрев	Приготовление	Формовка
Нанесение	Прошпиливание	Футеровка

Таблица 39. - Ключевые слова.

1	2	3
Выбить	Обдуть	Разобрать
Выдержать	Обмазать	Размолотить
Выплавить	Обрубить	Распределить
Вытопить	Окрасить	Рафинировать
Грунтовать	Отделать	Регенерировать
Загрузить	Отрезать	Собрать
Залить	Очистить	Склеить
Извлечь	Охладить	Смазать
Изготовить	Плавить	Произвести спекание
Исправить	Подсушить	Сушить

Продолжение табл. 39.

Крепить (закрепить)	Продуть	Удалить
Маркировать (литьем)	Прокалить	Уплотнить
Модифицировать	Подготовить	Установить
Нагреть	Приготовить	Формовать
Нанести	Прошпилить	Футеровать

При записи содержания операций «Спекание», «Футеровка» перед ключевым словом записывать слово «Произвести».

Таблица 40. - Наименование предметов труда, конструктивных элементов и средств технологического оснащения.

Наименование			
полное	сокращенное	полное	сокращенное
Агрегат	—	Отливка	Отл.
Блок	—	Плита	—
Дефект	Деф.	Поверхность	Поверхн.
Жакет	—	Покрытие	—
Желоб	—	Полуформа	—
Жеребейка	Жер.	Пресс-форма	—
Изложница	Изл.	Прибыль	—
Камера	—	Рамка	—
Кантователь	—	Система	—
Каркас	—	Смесь	—
Кессон	—	Состав	—
Ковш	—	Сплав	—
Кокиль	—	Стержень	—
Комплект	—	Суспензия	—
Материал	Матер.	Шаблон	—
Металл	Мет.	Штырь	—
Модель	Мод.	Форма	—
Оболочка	—	Ящик	—
Опока	—		

Таблица 41. - Дополнительная информация.

Наименование дополнительной информации		Наименование дополнительной информации	
полное	сокращенное	полное	сокращенное
<i>n</i> – количество	—	Огнеупорная	Огнеуп.
Противокор-розионная	Противокор-роз.	Отработанная	Отработ.
		Охлажденная	Охлажд.
Верх	—	Плавильная	Плавильн.
Верхняя	—	Подопочная	—
Внутренняя	Внутр.	Прессовая	—
Вспомогательный	Вспом.	Противопригарная	Противоприг.
Выжигаемая	Выжиг.	Пустая	—
Выплавляемая	Выплав.	Рабочая	Рабоч.
Единая	—	Раздаточный	Раздат.

Жидкий	Жидк.	Разделительный	Разделит.
Залитая	—	Разливочный	Разлив.
Керамический	Керамич.	Разовый	—
Литейный	Литейн.	Разъемный	Разъем.
Литниковая	Литн.	Рафинированный	Раф.
Лишняя	—	Собранная	Собр.
Металлическая	Металлич.	Стержневая	Стерж.
Модельный	Модельн.	Сушильная	Сушил.
Наполнительная	Наполнит.	Формовочная	Формовоч.
Наружная	Нар.	Шихтовой	Шихт.
Неразъемный	Неразъем.	При температуре ° С	При т-ре ° С
Нижняя	—	В течение - минут	В теч - мин.
Низ	—	Согласно чертежу	Согл. черт.
Облицовочная	Облиц.	Согласно эскизу	Согл. эск.
Оболочковая	—	Согласно ТИ	Согл. ТИ
Оборотная	—	По шаблону	—

Таблица 42. - Примеры полной и сокращенной записи содержания операций и переходов.

Запись содержания операции и перехода	
полная	сокращенная
Установить <i>n</i> стержней в полуформу	Установить <i>n</i> стерж. согл. эск. Установить стержни
Выплавить модельный состав при температуре - . ° С	Выплавить мод. состав
Грунтовать отливку при температуре - . ° С	Грунтовать отл. согл. _____. ТИ Грунтовать отл.
Залить формы из разливочного ковша	Залить формы согл. ТИ Залить формы

Приложение Б

Б.І. Режимы ручной дуговой сварки стыковых швов без скоса кромок при односторонней и двусторонней сварке:

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Зазор, мм	Сила сварочного тока при положении шва, А		
			В нижнем	Вертикаль- ном	Горизон- тальном
Односторонний тип шва					
1,0	2,0	0...1,0	25-35	—	—
1,5	2,0	0...1,0	30-50	—	—
2,0	2,5	0...1,0	45-70	—	—
3-4	4,0	1...2,0	160-200	140-180	130-170
Двусторонний тип шва					
5-6	4,0	1...2,0	200-240	180-220	160-200
7-8	5,0	1...2,0	240-300	230-250	170-210
9-10	6,0	1...2,0	280-340	250-270	190-220

Б.ІІ. Режимы ручной дуговой сварки V-образных стыковых швов:

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Зазор, мм	Число слоев	Сила сварочного тока при положении шва, А		
				В нижнем	Вертикальном	Горизонтальном
16...18	Первый слой					
	5,0	1,5...3,0	2...3	180...260	160...230	150...210
	Последующие слои					
	5,0...6,0	2,0...3,0	3...4	180...260	160...230	150...210
	5,0...6,0	2,0...3,5	5...6	280...330	160...300	150...280
	5,0 ...7,0	2,5...4,0	4...6	330...420	100...350	150...360

Б.ІІІ. Ориентировочные режимы ручной дуговой сварки стыковых и угловых соединений электродами ОММ-5:

Толщина металла, мм	Величина зазора, мм	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Скорость сварки, м/ч
Стыковое соединение без раздела кромок				
4,0...5,0	1,0	5,0	200	24
6,0...8,0	1,5	6,0	250	24
8,0...10,0	2,0	6,0	350	24
10,0...12,0	2,5	6,0	425	24
Угловое соединение				
4,0...6,0	—	5,0	250...300	—
6,0...8,0	—	6,0	300...350	—
10,0...12,0	—	6,0	350...800	—

Б.IV. Ориентировочные режимы ручной дуговой сварки стыковых и угловых швов стали марки 30ХГС:

Толщина металла, мм	Величина зазора, мм	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А
0,5	1	1,5...2,0	10...20
1,0	1	2,0...2,5	20...50
2,0	1	2,5...3,0	40...100
3,0	1	3,0...4,0	80...120
4,0	1	3,0...4,0	90...120
6,0...8,0	1...2	4,0...5,0	120...160
9,0...10,0	3	4,0...5,0	140...180
20,0	5...6	4,0...5,0...6,0	140...220

Б.V. Значение силы сварочного тока, при которой достигают одинаковую глубину проплавления при разных диаметрах электродов:

Диаметр электрода и глубина проплавления, мм	Сила сварочного тока (А) при глубине проплавления, мм
9,0	12,5 14,0
10,5	15,5

Б.VI. Режимы сварки стыковых швов без разделки кромок по ручной подварке:

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч
1,2...2,0	0...1,5	35...38		34...36		
3...5	0...2,0	36...38	34,0	83,2	54,0	54,6
6...8	0...2,5	36...40	28,0	95,2	46,0	60,7
8...12	0...3,0	38...40	26,0	103,0	40,0	75,5

Приложение В

В.І. Режимы полуавтоматической (механизированной) и автоматической сварки в углекислом газе низкоуглеродистых и низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Катет шва, мм	Зазор, мм	Число слов	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа на один слой, л/мин
Стыковые швы								
1,2...2,0	-	0,8...1,0	1...2	0,8...1,0	70...100	18...20	18...24	10...12
3...5	-	1,6...2,0	1...2	1,6...2,0	180...200	28...30	20...22	14...16
6...8	-	1,8...2,2	1...2	2,0	250...300	28...30	18...22	16...18
8...12	-	1,8...2,2	2...3	2,0	250...300	28...30	16...20	18...20
Угловые швы								
1,5...2,0	1,2...2,0	-		1,2	60...75	18...20	16...18	6...8
3,0...4,0	3,0...4,0	-		2,0	120...150	20...22	16...18	8...10
5,0...6,0	5,0...6,0	-		2,0	260...300	28...30	29...31	16...18
6,0...8,0	6,0...7,0	-	1...2	2,0	280...300	28...30	29...31	16...18
8,0...10,0	7,0...9,0	-	1...2	2,0	300...320	28...30	30...32	17...19
10,0...12,0	7,0...9,0	-	1...2	2,0	310...340	30...32	30...32	17...19
12,0...14,0	9,0...11,0	-	3-4	2,0	320...350	30...32	30...32	17...19
14,0...16,0	11,0...14,0	-	4-5	2,0	330...350	30...32	30...32	18...20
16,0...18,0	13,0...16,0	-		2,0	340...360	30...32	30...32	18...20
18,0...20,0	16,0...18,0	-		2,0	340...360	30...323	30...32	18...20
22,0...24,0	22,0...24,0	-		2,0	340...370	0...32	30...32	18...20

В.ІІ. Оптимальные режимы сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей порошковыми проволоками (нижнее положение):

Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	Стыковой шов		Угловой шов в лодочку	
		Сила тока, А	Скорость подачи проволоки, м/ч	Сила тока, А	Скорость подачи проволоки, м/ч
ПП-1ДСК	1,8	200...350	22...30	200...300	26...31
ПП-2ДСК	2,3	400...450	25...31	340...380	29...32
ПП-АН3	3,2	450...525	26...32	450...560	27...31
ПП-АН4	2,3	500...600	28...29	440...475	30...34
ЭПС-15/2	2,2	320...360	29...32	320...330	29...32

В.ІІІ. Механические свойства швов при сварке низкоуглеродистых сталей порошковыми проволоками:

Марка проволоки	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ударная вязкость (Дж/см ²) при температуре, °С
ПП-1ДСК		536	26,0	78160...199163
ПП-2ДСК		481	30,1	43139...126111
ПП-АН3	360	514	30,2	81230...92129
ПП-АН4	395	530	26,7	26630...92129
ПП-АН7	416	520	28,4	14000...14300
ЭПС-15/2	416	501	26,6	68427...27127

В.IV. Ориентировочные режимы дуговой сварки высоколегированных сталей без разделки кромок плавящимся электродом в углекислом газе:

Толщина металла, мм	Шов	Диаметр сварочной проволоки, мм	Вылет электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход углекислого газа, л/мин
1	Одно-сторонний	1	-	80	16	80	10...12
1		2	15	230...240	24...28	45...50	12...15
3		2	15	250...260	28...30	30	12...15
3	То же	3	15	350...360	30...32	-	-
6	Двусторонний	2	15...20	380...400	30...32	30	12...15
6		3	20...25	430...450	33...35	-	-
8		2	15...20	420...440	30...32	30	12...12
10	То же	3	25...30	530...560	34...36	-	-

В.V. Рекомендуемые режимы сварки плавящимся электродом в защитных газах алюминиевых сплавов типа АМг

Толщина металла, мм	Тип разделки	Число проходов	Диаметр электрода	Первый проход			Последующие проходы		
				Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч
До 10	V-образная	1...3	2,5	250...300	22...24 24...26 26...28	20...25 20...25 40...45	370...390 370...390 400...440	28...30 28...30 27...29	15...20
Свыше 10	X-образная	1...4	2,5	250...300 400...440	25...27 24...26	20...25 40...45	370...390 420...440	27...29 26...28	15...20

В.VI. Режимы сварки титана и его сплавов плавящимся электродом в защитных газах

Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Диапазон свариваемых встык листов (без разделки кромок), мм	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрода, мм	Расход аргона, л/мин
1	2	3	4	5	6	7
Сварка в аргоне						
0,6...0,8	150...250	4...8	22...24	30...40	10...14	20...30
1,0...1,2	280...320	5...10	24...28	30...40	17...20	25...35
1,6...2,0	340...520	8...12	30...34	20...25	20...25	35...45
3,0	480...750	14...34	32...34	18...22	30...35	40...50
4,0	680...980	16...36	32...34	16...18	35...40	50...60
5,0	780...1200	16...36	34...38	14...16	40...45	50...60

Продолжение табл. В.VI.

1	2	3	4	5	6	7
Сварка в гелии						
0,6...0,8	150...250	4...6	28...32	30...40	10...14	30...40 35...45
1,0...1,2	280...320	4...8	32...36	30...40	17...20	70...90
1,6...2,0	340...520	5...10	38...40	20...25	20...25	80...100
3,0	480...750	10...28	42...48	18...22	30...35	100...120
4,0	680...980	12...32	46...50	16...18	40...50	100...120
5,0	780...1200	12...32	46...52	14...16	45...55	

Толщина металла, мм	Подготовка кромок	Тип шва и способ сварки	Диаметр электропроводной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
А. Автоматическая сварка стыковых швов						
свыше 16	Без разделки, зазор 2...4 мм То же V-образные	Односторонний	0-1,5	550...600 650...700	26...30 30...34 30...35	48...50 30...32 20...22
		Двусторонний	0-2,0	1-й проход 750...800		
		Односторонний	3,0	750...800 2-й проход		
Б. Автоматическая сварка угловых швов						
до 16	Без разделки	Наклонным электродом	0-1,5	260...280	28...30	28...30
		То же В лодочку То же	0-2,0	500...530	30...32	44...46
			3,0	550...600	32...34	28...30
			4,0	600...650	32...34	18...20

Толщина металла, мм	Ширина зазора, мм	Диаметр электрода, мм	Сила свароч- ного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
1,0	0-1,0	1,6	275-300	24-26	43,5
2,0	0-1,5	1,6	275-300	28-30	
2,0		2,0	275-300	28-30	
3,0		3,0	400-425	25-28	
3,0	0-1,5	2,0	275-450	28-30	
4,0		4,0	325-530	28-30	
4,0	0-2,5	2,0	425-450	32-34	
5,0		4,0	575-625	28-30	
5,0	0-3,5	2,0	600-650	32-34	40,5
6,0		4,0		28-32	
8,0	0-3,0	4,0	650-700	30-34	
10,0	0-3,5	4,0	725-775	30-36	

Толщина металла, мм	Шов	Зазор, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч
1	2	3	4	5	6	7	8
1,0 2,0	Основной Подварочный	0-1,0	36	43,0	34-36	47,0	55,0 43,5 61,2 49,3

Продолжение табл. Г.Ш.

1	2	3	4	5	6	7	8
2,0 3,0	Основной Подварочный	0-1,5	36		18,0	47,0	69,7
3,0 4,0	Основной Подварочный	0-2,0	38	43,0	19,0	47,0	60,8
4,0 5,0	Основной Подварочный	0-2,5	38	34,0	15,0	50,0	87,7
5,0 6,0	Основной Подварочный	3,0	38	40	16,0	50,0	73,5
6,0 8,0	Основной Подварочный	4,0	40	42	8,5...9,5	45,0	111,0
8,0 10,0	Основной Подварочный	4,5	40	87,0	6,0...7,0	45,0	102,5
10,0 15,0	Основной Подварочный	6,5	24,0	42	82,4	50,0	72,8
15,0 20,0	Основной Подварочный	9,0	24,0	44	98,8	50,0	72,9

Г.IV. Режимы сварки титана плавящимся электродом под флюсом АНТ-1 (скорость сварки 50м/ч)

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи, проволоки, м/ч
Односторонняя сварка на остающейся подкладке				
2,0...2,5		190...220	34...36	167...175
3,0...4,5		300...320	34...38	221...239
5,0...6,0		310...340	30...32	95...111
Двусторонняя сварка				
6,0...8,0		310...370	30...32	135...140
9,0...10,0		340...360	30...32	150...155
11,0...12,0		350...400	30...32	160...165
13,0...15,0		390...420	30...32	175...180

Г.V. Режимы односторонней сварки по слою флюса одиночным электродом на формирующей подкладке алюминия и его сплава

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Плотность тока, А/мм ²	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
1,0	1,0	130...150	27...30	24...26
3,0	1,5	100...120	29...32	20...22
5,0	2,0	100...110	35...37	18...19
6,0	2,5	75...90	38...40	16...17
8,0	3,0	70...75	39...41	14...15
10,0	3,5...4,0	30...40	40...42	12...13

Навчальне видання

МАРШУБА В'ячеслав Павлович
ГОРДИЕНКО Володимир Павлович

**«ЗВАРЮВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ЇХ ВИРОБНИЦТВО»
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ**

Лабораторний практикум з курсу «Зварювальні конструкції та їх вироб-
ництво»
для студентів спеціальності «132. Матеріалознавство»
за спеціалізацією «132-04. Зварювання та споріднені процеси и технології»
денної та заочної форми навчання

Російською мовою

Відповідальний за випуск В.В. Дмитрик
Роботу до видання рекомендувала О.І. Пономаренко

В авторській редакції

План 2016 р., поз. 28

Підп. до друку 28.12.2016 р. Формат 60х84 1/16. Папір офсетний.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 8,8.
Наклад 50 прим. Зам. № Ціна договірна

Видавничий центр НТУ «ХП».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ «ХП». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.